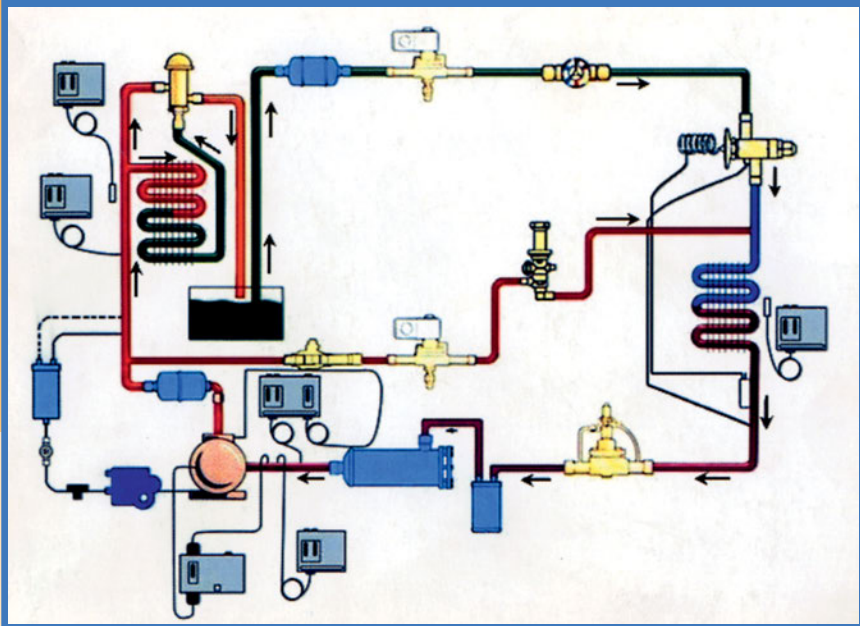


# ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ II

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ



Γ' ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΙΣ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ

# **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ II**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ**

**Γ' ΕΠΑ.Λ.**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

### ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ

---

- Αργυράκης Παναγιώτης, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός (M. Sc.)
- Κτενιαδάκης Μιχάλης, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Ηρακλείου
- Παπαδάκης Θωμάς, Φυσικός, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ

---

- Πάγκαλος Σταύρος, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

### ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

---

- Τζαμουράκης Ηλίας, Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
- Τσούμας Ευάγγελος, Μηχανολόγος Μηχανικός, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης
- Εμμανουήλ Χρήστος, Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/μιας Εκπ/σης

### ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

---

- Κακουλάκης Χαρίλαος, Φιλολόγος

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ      ΚΤΕΝΙΑΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ  
ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΘΩΜΑΣ

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε  
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

## **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΨΥΞΗΣ II**

### **ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ**

***Γ΄ ΕΠΑ.Λ.***

*Τομέας Μηχανολογίας*  
**Ειδικότητα: Τεχνικών εγκαταστάσεων  
ψύξης αερισμού και κλιματισμού**

*Τομέας Ναυτιλιακών Επαγγελματιών*  
**Ειδικότητα: Μηχανικών Ε.Ν.**

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ  
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η δημιουργία ενός πλήρως εξοπλισμένου και οργανωμένου εργαστηρίου για την εκτέλεση ασκήσεων κλιματισμού είναι μία πολύ δαπανηρή και τεχνικά δύσκολη εργασία. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για το εργαστήριο κλιματισμού περιλαμβάνει μηχανήματα και όργανα υψηλού κόστους. Πριν γίνουν σοβαρές δαπάνες, είναι λογικό ότι θα πρέπει να προηγηθεί η δημιουργία ενός πρότυπου εργαστηρίου, για να ελεγχθούν οι προδιαγραφές του εξοπλισμού σε συνδυασμό και με τα φύλλα των προς εκτέλεση των ασκήσεων.

Η ανομοιομορφία του εξοπλισμού των υπαρχόντων εργαστηρίων, δεν επιτρέπει ακόμη τη συγγραφή ενός πλήρους εργαστηριακού βιβλίου που να ισχύει για όλα τα εργαστήρια των ΤΕΕ. Για τον λόγο αυτό, το παρόν βιβλίο έχει το χαρακτηρισμό “Οδηγός”. Ο στόχος του είναι να κατευθύνει τον καθηγητή και τους μαθητές ως προς τον τρόπο εκτέλεσης των ασκήσεων και όχι να δώσει γενικής ισχύος οδηγίες, που όπως είναι φανερό, είναι τεχνικά αδύνατο να δοθούν με την υπάρχουσα εργαστηριακή υποδομή.

Είμαστε αισιόδοξοί ότι δε θα αργήσουν να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις εκείνες που θα επέτρεπαν την συγγραφή ενός πλήρους “βιβλίου εργαστηριακών ασκήσεων”. Αυτό αναμένουμε ότι θα επιτευχθεί με την σταδιακή ανάπτυξη των εργαστηρίων και την απόκτηση από όλα τα εργαστήρια σύγχρονου και σχεδόν ομοιογενούς εξοπλισμού.

Η εμπειρία που αναμένεται ότι θα αποκτηθεί από τους καθηγητές κατά τη εκτέλεση των ασκήσεων είναι απαραίτητη για να καταστεί αργότερα δυνατή η βελτίωση και η συμπλήρωση του παρόντος βιβλίου. Επίσης θα βοηθήσει στην ορθότερη τεχνική περιγραφή του απαραίτητου εξοπλισμού, ώστε να μην γίνουν άσκοπες δαπάνες. Ως εκ τούτου, οι τυχόν υποδείξεις των συναδέλφων θα είναι πολύ χρήσιμες για τη βελτίωση του παρόντος οδηγού, στις μελλοντικές εκδόσεις του, που ελπίζουμε ότι θα υπάρξουν.

### **Οι Συγγραφείς**

Αργυράκης Παναγιώτης  
Κτενιαδάκης Μιχάλης  
Παπαδάκης Θωμάς



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|               |   |
|---------------|---|
| Πρόλογος..... | 5 |
|---------------|---|

---

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

---

|  |    |
|--|----|
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 1η</b><br>ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ.....  | 10 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 2η</b><br>ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΡΕΥΣΤΟΥ,<br>ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ,<br>ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ..... | 15 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 3η</b><br>ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΡΥΠΑΡΟΥ ΣΤΕΓΑΝΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....  | 22 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 4η</b><br>ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΑΡΞΗΣ ΑΕΡΑ ΕΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....  | 29 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 5η</b><br>ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ<br>ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ (ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ).....  | 34 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 6η</b><br>ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΝΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ.....   | 40 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 7η</b><br>ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΘΕΡΜΟΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ.....  | 47 |
| <b>ΑΣΚΗΣΗ 8η</b><br>ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ-ΞΗΡΑΝΤΗ ΣΕ ΕΝΑ ΣΤΕΓΑΝΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....  | 54 |



**ΑΣΚΗΣΗ 9η**

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (ΦΟΡΤΙΣΗΣ) ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ .... 58

**ΑΣΚΗΣΗ 10η**

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (ΦΟΡΤΙΣΗΣ) ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ, ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ ..... 65

**ΑΣΚΗΣΗ 11η**

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΑΛΑΙΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ CFCS  
ΜΕ ΝΕΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ..... 72

**ΑΣΚΗΣΗ 12η**

ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ  
ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ - ΔΙΑΡΡΟΩΝ ..... 81

**ΑΣΚΗΣΗ 13η**

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΓΙΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΗ ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ..... 87

**ΑΣΚΗΣΗ 14η**

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΟΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ  
ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΗ ΕΝΟΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ (ΠΕΡΙΕΛΙΞΗΣ)..... 94

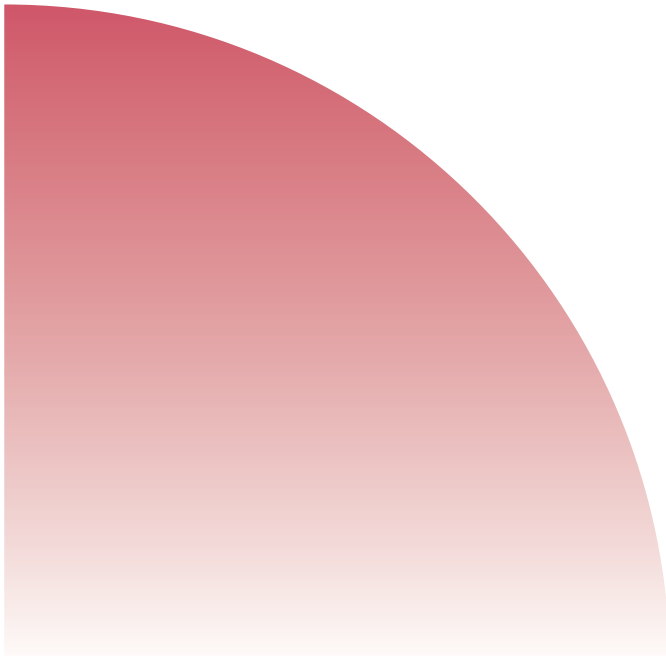
**ΑΣΚΗΣΗ 15η**

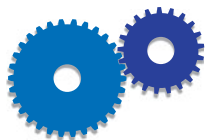
ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΗ ΕΝΟΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ (ΠΕΡΙΕΛΙΞΗΣ) ..... 97

**ΑΣΚΗΣΗ 16η**

ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ  
ΚΑΙ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ..... 100

*ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ  
ΣΕ ΠΛΗΡΗ ΑΝΑΛΥΣΗ*





## ΑΣΚΗΣΗ 1η

### ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν:

- Να χαράξουν τον ψυκτικό κύκλο σε διάγραμμα P-h, για μια ψυκτική μονάδα, με βάση ορισμένα λειτουργικά δεδομένα.
- Να διαβάσουν πιέσεις, θερμοκρασίες, ενθαλπίες κ.λπ. από το διάγραμμα P-h και να βρίσκουν τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης καθώς και την υπερθέρμανση του κύκλου.
- Να υπολογίζουν το καθαρό ψυκτικό αποτέλεσμα, τη θερμότητα που προστίθεται κατά τη συμπίεση, τη θερμότητα που αφαιρείται στο συμπυκνωτή και το συντελεστή συμπεριφοράς (COP).

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε τις αντίστοιχες παραγράφους 1.3.1 και 1.3.2, που αναφέρονται στη λειτουργία της ψυκτικής διάταξης, τη χάραξη του ψυκτικού κύκλου και τους σχετικούς υπολογισμούς.
2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.7, σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας.

#### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.

#### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές

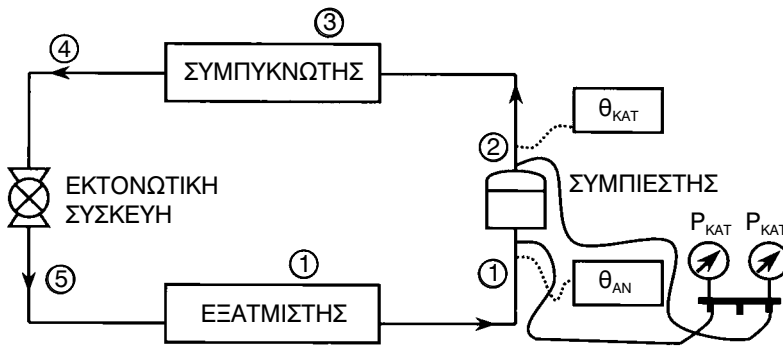
- Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία με ψυκτικό μέσο
- Κάσα μανομέτρων
- Ψυκτικό κλειδί (καστάνια χειρισμού βαλβίδων service)
- (2) θερμοόμετρα (επαφής ή εμβάπτισης) και υλικά τοποθέτησης και στερέωσής τους
- Μολύβι και υποδεκάμετρο

- Διάγραμμα P-h ψυκτικού μέσου

### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

### 6. Διάταξη άσκησης

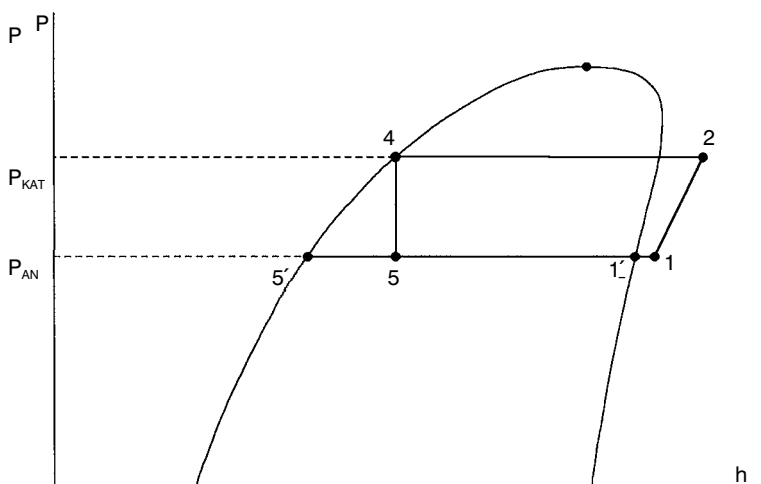


### 7. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο γενικός ηλεκτρικός διακόπτης τροφοδοσίας της ψυκτικής μονάδας είναι κλειστός.
2. Συνδέστε την κάσα μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία, με σκοπό να μετρήσετε τη χαμηλή και υψηλή πίεση,  $P_{AN}$  και  $P_{ΚΑΤ}$  αντίστοιχα. Βεβαιωθείτε ότι η γραμμή αναρρόφησης είναι θερμομονωμένη.
3. Τοποθετήστε τα θερμομέτρα στις θέσεις 1 και 2 του ψυκτικού κύκλου, με σκοπό να μετρήσετε τις θερμοκρασίες αναρρόφησης  $\theta_{AN}$  και κατάθλιψης (Hot gas)  $\theta_{ΚΑΤ}$ . Φροντίστε όμως πρώτα, ανάλογα με το είδος των θερμομέτρων που διαθέτετε, να βεβαιωθείτε ότι θα πάρετε ακριβή ένδειξη των θερμοκρασιών. Π.χ. αν έχετε θερμομέτρα τριχοειδούς σωλήνα με βολβό, πρέπει να καθαρίσετε καλά την περιοχή που θα τοποθετηθούν οι βολβοί και να τους σφίξετε καλά με μονωτική ταινία ή άλλο πρόσφορο μέσο. Αν περιτυλίξετε το βολβό με θερμομονωτικό υλικό, θα έχετε ακριβέστερες ενδείξεις.
4. Λειτουργήστε τη μονάδα για 15 min τουλάχιστον (χωρίς υπόψυξη του

ψυκτικού υγρού) και αμέσως μετά καταγράψτε τις ενδείξεις των μανομέτρων και των θερμομέτρων. Μετατρέψτε τις μανομετρικές πιέσεις σε απόλυτες (προσθέτοντας περίπου 1 bar ή 0,1 Mpa ή 1 atm) και συμπληρώστε τον παρακάτω Πίνακα Α.

5. Χαράξτε τον ψυκτικό κύκλο στο διάγραμμα P-h του ψυκτικού μέσου, με βάση τις μετρήσεις πιέσεων και θερμοκρασιών. (Θεωρήστε την εκτόνωση ισενθαλπική). Λάβετε υπόψη σας ότι το σημείο 1' αντιπροσωπεύει κορεσμένο ατμό και βρίσκεται πάνω στη δεξιά καμπύλη της «καμπάνας». Διαβάστε από το διάγραμμα τις υπόλοιπες θερμοκρασίες που αναφέρονται στον Πίνακα Β και σημειώστε τις.



6. Υπολογίστε την υπερθέρμανση ( $\theta_{AN} - \theta_E$ ) και το λόγο συμπίεσης  $P_{KAT}/P_{AN}$ . Γράψτε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Β.
7. Διαβάστε στο διάγραμμα τις ενθαλπίες σε όλα τα σημεία του ψυκτικού κύκλου και γράψτε τις στον Πίνακα Β. Λάβετε υπόψη σας ότι το σημείο 5' αντιπροσωπεύει κορεσμένο υγρό Χ.Π. και βρίσκεται πάνω στην αριστερή καμπύλη της «καμπάνας».
8. Με βάση τις ενθαλπίες που βρήκατε, να υπολογίσετε:
- Τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης  $h_1' - h_5'$
  - Το ψυκτικό αποτέλεσμα  $h_1 - h_5$
  - Τη θερμότητα συμπίεσης (έργο)  $h_2 - h_1$
  - Τη θερμότητα συμπύκνωσης  $h_2 - h_4$
  - Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας

Να καταγράψτε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Β.

9. Αφαιρέστε την κάσα μανομέτρων.
10. Αφαιρέστε τα θερμομέτρα (αφού πρώτα απομακρύνετε προσεκτικά τους βολβούς τους από τους σωλήνες).
11. Διακόψτε τη λειτουργία της μονάδας.

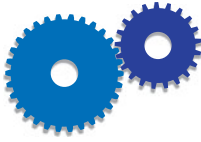
| Πίνακας Α: ΔΕΔΟΜΕΝΑ<br>ή ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ       | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|--|-----------------------|---------|
| Θερμοκρασία αναρρόφησης $\theta_{AN}$ (Σημείο 1) |                       |         |
| Χαμηλή πίεση $P_{AN}$ (απόλυτη)                  |                       |         |
| Θερμοκρασία εκφόρτισης $\theta_{KAT}$ (Σημείο 2) |                       |         |
| Υψηλή πίεση $P_{KAT}$ (απόλυτη)                  |                       |         |

### 8. Τελικοί έλεγχοι δοκιμίου ή έργου

| Πίνακας Β: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ<br>ή ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ) | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|-----------------------|---------|
| Θερμοκρασία συμπίκνωσης $\theta_S$ (Σημείο 3-4)                           |                       |         |
| Θερμοκρασία εξάτμισης $\theta_E$ (Σημείο 1')                              |                       |         |
| Υπερθέρμανση  |                       |         |
| Λόγος συμπίεσης   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1'  |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 2   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 3   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 4-5   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 5'  |                       |         |
| Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης  |                       |         |
| Ψυκτικό αποτέλεσμα  |                       |         |
| Θερμότητα συμπίεσης (έργο)  |                       |         |
| Θερμότητα συμπίκνωσης   |                       |         |
| Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)  |                       |         |

**9. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Στον εξατμιστή της μονάδας το ψυκτικό μέσο παίρνει ή χάνει θερμότητα;
2. Τι κάνει ο συμπιεστής σε μια ψυκτική διάταξη;
3. Τι είδους στραγγαλιστική συσκευή χρησιμοποιείται στην πειραματική μονάδα;
4. Μπορεί να ρυθμιστεί η υπερθέρμανση στην πειραματική μονάδα; Αν ναι, περιγράψτε σύντομα με ποιο τρόπο.
5. Αν η γραμμή αναρρόφησης ήταν αμόνωτη, θα είχατε μεγαλύτερο ή μικρότερο ψυκτικό αποτέλεσμα απ' αυτό που υπολογίσατε; Γιατί;
6. Γιατί πρέπει να φοράτε γυαλιά προστασίας, όταν εργάζεστε σε κυκλώματα ψυκτικού μέσου;



## ΑΣΚΗΣΗ 2η

*ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝΤΟΣ ΡΕΥΣΤΟΥ, ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ, ΣΕ ΨΥΚΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΑΤΜΩΝ*

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν:

- Να χαράξουν τον ψυκτικό κύκλο σε διάγραμμα P-h, για μια ψυκτική μονάδα, με βάση ορισμένα λειτουργικά δεδομένα.
- Να υπολογίζουν την παροχή του κυκλοφορούντος ρευστού από την ψυκτική ικανότητα μιας ψυκτικής μονάδας.
- Να υπολογίζουν την ισχύ συμπίεσης και τη θερμική ισχύ που αφαιρείται στο συμπυκνωτή (ικανότητα συμπυκνωτή) και το συντελεστή συμπεριφοράς (COP).
- Να αντιλαμβάνονται και να υπολογίζουν τις μεταβολές στην ισχύ συμπίεσης, στην ισχύ (ικανότητα) του συμπυκνωτή και στο συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία συμπύκνωσης.

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε τις αντίστοιχες παραγράφους 1.3.1 και 1.3.2, που αναφέρονται στη λειτουργία της ψυκτικής διάταξης, τη χάραξη του ψυκτικού κύκλου και τους σχετικούς υπολογισμούς.
2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.7, σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας.

### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.

### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές

- Ψυκτική μονάδα σε πλήρη λειτουργία με ψυκτικό μέσο

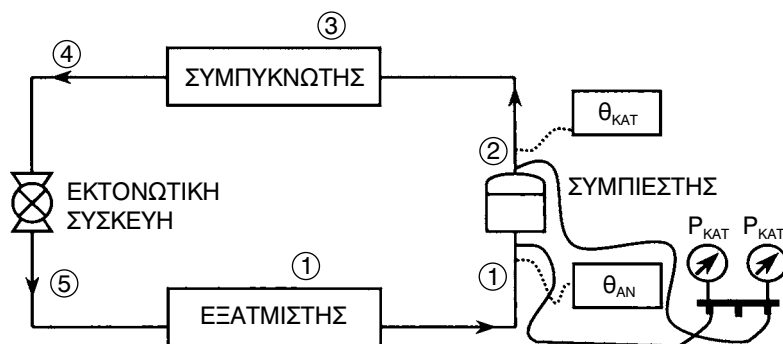


- Κάσα μανομέτρων
- Ψυκτικό κλειδί (κασάνια χειρισμού βαλβίδων service)
- (2) θερμόμετρα (επαφής ή εμφάπτισης) και υλικά τοποθέτησης και στερέωσής τους
- Σκληρό χαρτόνι, στις διαστάσεις περίπου του συμπυκνωτή
- Μολύβι και υποδεκάμετρο
- Διάγραμμα P-h ψυκτικού μέσου

### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

### 6. Διάταξη άσκησης



### 7. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο γενικός ηλεκτρικός διακόπτης τροφοδοσίας της ψυκτικής μονάδας είναι κλειστός.
2. Συνδέστε την κάσα μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία, με σκοπό να μετρήσετε τη χαμηλή και υψηλή πίεση,  $P_{AN}$  και  $P_{ΚΑΤ}$  αντίστοιχα. Βεβαιωθείτε ότι η γραμμή αναρρόφησης είναι θερμομονωμένη.
3. Τοποθετήστε τα θερμόμετρα στις θέσεις 1 και 2 του ψυκτικού κύκλου, με σκοπό να μετρήσετε τις θερμοκρασίες αναρρόφησης  $\theta_{AN}$  και κατάθλιψης (Hot gas)  $\theta_{ΚΑΤ}$ . Φροντίστε όμως πρώτα, ανάλογα με το είδος των θερμομέτρων που διαθέτετε, να βεβαιωθείτε ότι θα πάρετε ακριβή

ένδειξη των θερμοκρασιών. Π.χ. αν έχετε θερμομέτρα τριχοειδούς σωλήνα με βολβό, πρέπει να καθαρίσετε καλά την περιοχή που θα τοποθετηθούν οι βολβοί και να τους σφίξετε καλά με μονωτική ταινία ή άλλο πρόσφορο μέσο. Αν περιτυλίξετε το βολβό με θερμομονωτικό υλικό, θα έχετε ακριβέστερες ενδείξεις.

4. Λειτουργήστε τη μονάδα για 15 min τουλάχιστον (χωρίς υπόψυξη του ψυκτικού υγρού) και αμέσως μετά καταγράψτε τις ενδείξεις των μανομέτρων και των θερμομέτρων. Μετατρέψτε τις μανομετρικές πιέσεις σε απόλυτες (προσθέτοντας περίπου 1 bar ή 0,1 Μρα ή 1 atm) και συμπληρώστε τον παρακάτω Πίνακα Α.
5. Χαράξτε τον ψυκτικό κύκλο στο διάγραμμα P-h του ψυκτικού μέσου, με βάση τις μετρήσεις πιέσεων και θερμοκρασιών. (Θεωρήστε την εκτόνωση ισενθαλπική – Συμβουλευτείτε το διάγραμμα στην 1η ΑΣΚΗΣΗ). Λάβετε υπόψη σας ότι το σημείο 1' αντιπροσωπεύει κορεσμένο ατμό και βρίσκεται πάνω στη δεξιά καμπύλη της «καμπάνας». Διαβάστε από το διάγραμμα τις υπόλοιπες θερμοκρασίες που αναφέρονται στον Πίνακα Β και σημειώστε τις.
6. Υπολογίστε την υπερθέρμανση ( $\theta_{AN}-\theta_E$ ) και το λόγο συμπίεσης  $P_{KAT}/P_{AN}$ . Γράψτε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Β.
7. Διαβάστε στο διάγραμμα τις ενθαλπίες σε όλα τα σημεία του ψυκτικού κύκλου και γράψτε τις στον Πίνακα Β.
8. Με βάση τις ενθαλπίες που βρήκατε, να υπολογίσετε:
  - Το ψυκτικό αποτέλεσμα  $q_\psi = h_1 - h_5$
  - Τη θερμότητα συμπίεσης (έργο)  $h_c = h_2 - h_1$
  - Τη θερμότητα συμπύκνωσης  $q_\Sigma = h_2 - h_4$
  - Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας
  - Να καταγράψετε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Β.
9. Από τα τεχνικά φυλλάδια ή άλλα δεδομένα του κατασκευαστή της ψυκτικής διάταξης, εξακριβώστε την ψυκτική ισχύ (ικανότητα) της μονάδας ( $\dot{Q}_\psi$ ), για τις παραπάνω συνθήκες λειτουργίας. Σημειώστε τη στον Πίνακα Α.
10. Από τον τύπο  $\dot{Q}_\psi = \dot{m} \cdot (h_1 - h_5)$  να υπολογίσετε την παροχή του κυκλοφορούντος ρευστού  $\dot{m} = \frac{\dot{Q}_\psi}{h_1 - h_5}$  και να τη γράψετε στον Πίνακα Β.

11. Στη συνέχεια να υπολογίσετε:

- Από τον τύπο  $W_C = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1)$ , την ισχύ συμπίεσης
  - Από τον τύπο  $\dot{Q}_2 = \dot{m} \cdot (h_2 - h_4)$ , την ισχύ (ικανότητα συμπύκνωσης)
  - Το συντελεστή συμπεριφοράς (COP) της ψυκτικής μονάδας
- Γράψτε τα αποτελέσματά σας στον Πίνακα Β.

12. Καλύψτε με το χαρτόνι ένα μέρος του συμπυκνωτή, έτσι ώστε να εμποδίζεται η ροή του αέρα μέσα απ' αυτόν («μπλοκάρισμα» του συμπυκνωτή). Η πίεση κατάθλιψης  $P_{\text{ΚΑΤ}}$  θα τείνει να αυξηθεί (καλό είναι να μην υπερβεί τα 22 bar). Κρατώντας σταθερή την πίεση αναρρόφησης  $P_{\text{ΑΝ}}$ , αφήστε τη μονάδα να εργασθεί στη νέα κατάσταση για 15 min τουλάχιστον. Συμπληρώστε τον Πίνακα Γ.

13. Επαναλάβετε τα βήματα εργασίας από 5 έως 11, στη νέα κατάσταση λειτουργίας και γράψτε τα αποτελέσματα στον Πίνακα Δ.

14. Αφαιρέστε το χαρτόνι και την κάσα μανομέτρων.

15. Αφαιρέστε τα θερμόμετρα (αφού πρώτα απομακρύνετε προσεκτικά τους βολβούς τους από τους σωλήνες).

16. Διακόψτε τη λειτουργία της μονάδας.

17. Γράψτε τις παρατηρήσεις και τα σχόλιά σας στον Πίνακα Ε, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα στις δυο καταστάσεις λειτουργίας της μονάδας.

| Πίνακας Α: ΔΕΔΟΜΕΝΑ<br>ή ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ              | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|-----------------------|---------|
| Θερμοκρασία αναρρόφησης $\theta_{\text{ΑΝ}}$ (Σημείο 1) |                       |         |
| Χαμηλή πίεση $P_{\text{ΑΝ}}$                            |                       |         |
| Θερμοκρασία εκφόρτισης $\theta_{\text{ΚΑΤ}}$ (Σημείο 2) |                       |         |
| Υψηλή πίεση $P_{\text{ΚΑΤ}}$                            |                       |         |
| Ψυκτική ισχύς (ικανότητα) της μονάδας, $\dot{Q}_2$      |                       |         |

| Πίνακας Γ: ΔΕΔΟΜΕΝΑ<br>ή ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ              | ΤΙΜΗ/MON.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|-----------------------|---------|
| Θερμοκρασία αναρρόφησης $\theta_{AN}$ (Σημείο 1)        |                       |         |
| Χαμηλή πίεση $P_{AN}$ (απόλυτη)                         |                       |         |
| Θερμοκρασία εκφόρτισης $\theta_{KAT}$ (Σημείο 2)        |                       |         |
| Υψηλή πίεση $P_{KAT}$ (απόλυτη)                         |                       |         |
| Ψυκτική ισχύς (ικανότητα) της μονάδας, $\dot{Q}_{\psi}$ |                       |         |

### 8. Τελικοί έλεγχοι δοκιμίου ή έργου

| Πίνακας Β: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ<br>ή ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ) | ΤΙΜΗ/MON.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|-----------------------|---------|
| Θερμοκρασία συμπύκνωσης $\theta_{\Sigma}$ (Σημείο 3-4)                    |                       |         |
| Θερμοκρασία εξάτμισης $\theta_{E}$ (Σημείο 1')                            |                       |         |
| Υπερθέρμανση  |                       |         |
| Λόγος συμπίεσης   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1'  |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 2   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 3   |                       |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 4-5   |                       |         |
| Παροχή κυκλοφορούντος ρευστού $\dot{m}$                                   |                       |         |
| Ισχύς συμπίεσης   |                       |         |
| Ισχύς (ικανότητα) συμπύκνωσης   |                       |         |
| Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)  |                       |         |

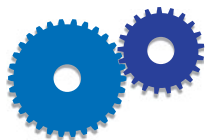
| Πίνακας Δ: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ή ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ) | ΤΙΜΗ/MON. ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|--|--------------------|---------|
| Θερμοκρασία συμπύκνωσης $\theta_{\Sigma}$ (Σημείο 3-4)                 |                    |         |
| Θερμοκρασία εξάτμισης $\theta_E$ (Σημείο 1')                           |                    |         |
| Υπερθέρμανση   |                    |         |
| Λόγος συμπίεσης  |                    |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1'   |                    |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 1  |                    |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 2  |                    |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 3  |                    |         |
| Ενθαλπία στο σημείο 4-5  |                    |         |
| Παροχή κυκλοφορούντος ρευστού $\dot{m}$                                |                    |         |
| Ισχύς συμπίεσης  |                    |         |
| Ισχύς (ικανότητα) συμπύκνωσης  |                    |         |
| Συντελεστής συμπεριφοράς (COP)   |                    |         |

| Πίνακας Ε: ΣΧΟΛΙΑ - ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|----------------------------------|---------|
|                                  |         |

### 9. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Στο συμπυκνωτή της μονάδας το ψυκτικό μέσο παίρνει ή χάνει θερμότητα;
2. Τι κάνει η στραγγαλιστική συσκευή σε μια ψυκτική διάταξη;
3. Για ποιους λόγους είναι απαραίτητη η υπερθέρμανση σε μια ψυκτική διάταξη μηχανικής συμπίεσης ατμών;
4. Μεταβλήθηκε η υπερθέρμανση, όταν «μπλοκάρτε» το συμπυκνωτή; Γιατί;

5. Αν, με «μπλοκαρισμένο» το συμπυκνωτή, η πίεση ατμοποίησης  $P_{\chi\eta}$  ελαττωνόταν, ο συντελεστής συμπεριφοράς της μονάδας (COP) θα ήταν μεγαλύτερος, ίσος ή μικρότερος απ' αυτόν που υπολογίσατε;
6. Γιατί πρέπει να φοράτε μονωτικά γάντια, όταν εργάζεστε σε κυκλώματα ψυκτικού μέσου;



## ΑΣΚΗΣΗ 3η

### ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΡΥΠΑΡΟΥ\* ΣΤΕΓΑΝΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

*\*μολυσμένου ή βρώμικου εσωτερικά*

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν:

- Τις απαιτούμενες διαδικασίες και ενέργειες για τον καθαρισμό ενός ρυπαρού στεγανού ψυκτικού συστήματος.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Όπως έχει τονιστεί σε πολλές περιπτώσεις, το ψυκτικό σύστημα (εξατμιστής, συμπιεστής, συμπυκνωτής και ψυκτικές σωληνώσεις) πρέπει να είναι και να παραμένει καθαρό.

Το ψυκτικό σύστημα μπορεί να ρυπανθεί από:

- Ατμοσφαιρικό αέρα
- Υγρασία
- Στερεά μικροσωματίδια
- Διάφορες χημικές ενώσεις

Ανάλογα με τον τύπο της ρύπανσης, το ψυκτικό σύστημα μπορεί να υποστεί σοβαρές βλάβες σε διάφορα εξαρτήματά του, που μπορεί να είναι:

- Θόρυβοι
- Μη αποδοτική λειτουργία
- Κτύποι, ταλαντώσεις, λειτουργία με κραδασμούς
- Βραχυκυκλώματα
- Καταστροφή συμπιεστή κ.λπ.

Επομένως, ο τεχνίτης ψυκτικός πρέπει να είναι ενήμερος των ενδεδειγμένων ενεργειών και διαδικασιών για τον καθαρισμό του ψυκτικού συστήματος.

#### 3. Απαιτούμενα υλικά

- Ποσότητα ψυκτικού ρευστού, ίδιο με το χρησιμοποιούμενο στο ψυκτικό σύστημα
- Ένα (1) φίλτρο-ξηραντήρας για τη γραμμή υγρού

- Ένα (1) φίλτρο-ξηραντήρας για τη γραμμή αναρρόφησης
- Ένα (1) πλήρες σετ συγκόλλησης χαλκοσωλήνων

#### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχάνημα - Συσκευές**

- Μία (1) αντλία κενού
- Μία (1) φιάλη αζώτου με το ρυθμιστή της
- Ένα (1) σετ μανομέτρων
- Ένας (1) ανιχνευτής διαρροής ψυκτικού ρευστού
- Μία (1) φιάλη συλλογής του ψυκτικού ρευστού

#### **⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

*Τα φίλτρα - ξηραντές θα πρέπει να είναι του ίδιου μεγέθους όπως τα υπάρχοντα στην ψυκτική μονάδα.*

#### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε (§ 8.7).

#### **6. Πορεία εργασίας**

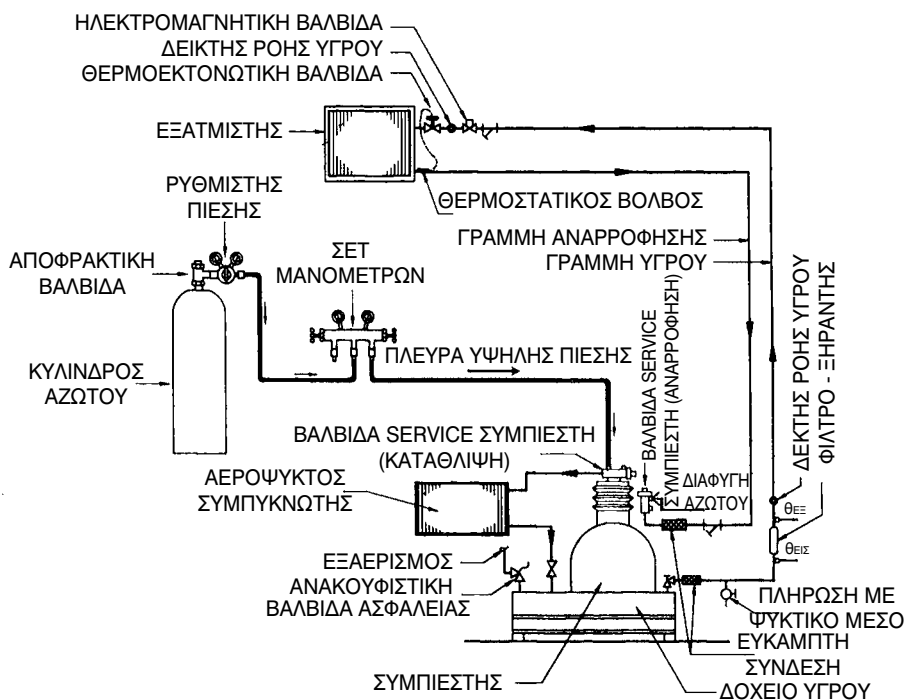
1. Εξετάστε προσεκτικά την ψυκτική διάταξη και αναγνωρίστε τα εξαρτήματά της.
2. Συλλέξτε το ψυκτικό ρευστό από το ψυκτικό σύστημα.
3. Ανοίξτε το γενικό διακόπτη ηλεκτροδότησης της ψυκτικής μονάδας και βεβαιωθείτε ότι κανείς άλλος δεν θα επιχειρήσει να τον κλείσει κατά τη διάρκεια της άσκησης.
4. Ανοίξτε τις βαλβίδες service της γραμμής αναρρόφησης και της γραμμής κατάθλιψης, προς την ατμόσφαιρα.

#### **▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**

Στην περίπτωση που η μονάδα δεν είναι εφοδιασμένη με βαλβίδες service, τότε θα πρέπει να προστεθούν βαλβίδες shut-off στις γραμμές αναρρόφησης και κατάθλιψης.



5. Τοποθετήστε το σετ μανομέτρων καλά στο ψυκτικό σύστημα και συνδέστε τον εύκαμπο σωλήνα υψηλής πίεσης του σετ στη θυρίδα της βαλβίδας service κατάθλιψης. Στη συνέχεια, ανοίξτε τη βαλβίδα της υψηλής πίεσης του σετ μανομέτρων.
6. Συνδέστε τον κεντρικό σωλήνα του σετ μανομέτρων στο ρυθμιστή της φιάλης αζώτου και κλείστε τη βαλβίδα αναρρόφησης του σετ μανομέτρων.
7. Βεβαιωθείτε ότι η βαλβίδα του ρυθμιστή αζώτου είναι πλήρης στη θέση πίσω έδρασης (back-seat). Στη συνέχεια, ανοίξτε τη βαλβίδα της φιάλης.
8. Παρατηρήστε τη διαφυγή αζώτου από τη βαλβίδα service της πλευράς αναρρόφησης του ψυκτικού συστήματος. Πιθανό να διέρχονται από εκεί στερεά σωματίδια που βρίσκονται μέσα στο σύστημα. Εάν θέλετε να κατακρατήσετε και να εξετάσετε αυτά τα στερεά μικροσωματίδια, πρέπει να καλύψετε τη βαλβίδα μ' ένα κομμάτι υφάσματος.



**Εικόνα 3-1:** Σύνδεση του σετ μανομέτρων στο ρυθμιστή πίεσης του κυλίνδρου αζώτου αφενός και αφετέρου σύνδεση του σωλήνα υψηλής πλευράς στη βαλβίδα service κατάθλιψης

9. Περιστρέφοντας αργά τη βαλβίδα του ρυθμιστή αζώτου, διατηρήστε πίεση 10 bar ( $\approx$  150 psig).
10. Επιτρέψτε στο άζωτο να κυκλοφορεί δια μέσου του ψυκτικού συστήματος για περίπου 20 sec.
11. Κλείστε τη βαλβίδα του ρυθμιστή του αζώτου έως ότου η βαλβίδα του έρθει στη θέση πίσω έδρασης. Παρατηρείτε ότι και μετά το κλείσιμο της βαλβίδας του ρυθμιστή της φιάλης αζώτου συνεχίζει να διαφεύγει άζωτο διαμέσου της βαλβίδας service αναρρόφησης του ψυκτικού συστήματος.
12. Αποσυνδέστε το σωλήνα υψηλής πίεσης του set μανομέτρων από τη βαλβίδα service της πλευράς κατάθλιψης, αφήνοντάς την ανοικτή.
13. Συνδέστε το σωλήνα υψηλής πίεσης του set μανομέτρων στη θυρίδα της βαλβίδας service αναρρόφησης.
14. Βεβαιωθείτε ότι η βαλβίδα υψηλής πίεσης του set μανομέτρων παραμένει ανοικτή.
15. Καλύψτε τη βαλβίδα service υψηλής πίεσης του ψυκτικού συστήματος με ένα κομμάτι ύφασμα με σκοπό την κατακράτηση των στερεών μικροσωματιδίων που θα εξέρχονται από το ψυκτικό σύστημα.
16. Ανοίξτε σιγά σιγά τη βαλβίδα αζώτου, ώστε να αναπτυχθεί πίεση 10 bar ( $\approx$  150 psig) μέσα στο ψυκτικό σύστημα.
17. Επιτρέψτε στο άζωτο να κυκλοφορεί δια μέσου του ψυκτικού συστήματος για περίπου 20 sec.
18. Κλείστε τη βαλβίδα του ρυθμιστή του αζώτου έως ότου η βαλβίδα του έρθει στη θέση πίσω έδρασης. Παρατηρείτε ότι και μετά το κλείσιμο της βαλβίδας του ρυθμιστή της φιάλης αζώτου συνεχίζει να διαφεύγει άζωτο διαμέσου της βαλβίδας service κατάθλιψης του ψυκτικού συστήματος.

### ✓ ΕΛΕΓΧΟΙ

Εξετάστε προσεκτικά το αέριο άζωτο, όταν αρχίσει να εξέρχεται από τις βαλβίδες service του ψυκτικού συστήματος. Εάν το εξερχόμενο άζωτο είναι πολύ βρώμικο και φαίνεται να περιέχει ψυκτέλαιο και σκόνη, τότε είναι φανερό ότι το ψυκτικό σύστημα έχει υποστεί σημαντική ρύπανση. Κατόπιν αυτού πρέπει να επαναληφθούν οι προαναφερθείσες ενέργειες, όσες φορές είναι απαραίτητο, ώστε το εξερχόμενο άζωτο να εξέρχεται καθαρό χωρίς ίχνη ρύπανσης.

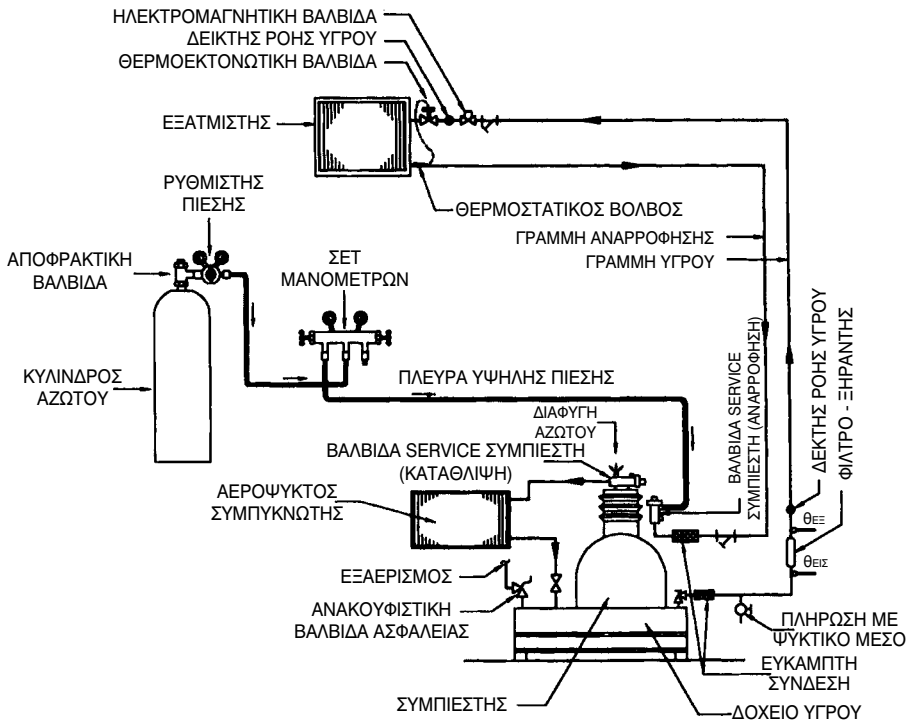
19. Μετά την εκκένωση του ψυκτικού συστήματος από το άζωτο, αφαιρέστε τον κεντρικό σωλήνα του σετ μανομέτρων από τη βαλβίδα ρύθμισης της φιάλης του αζώτου.
20. Αποσυνδέστε το σωλήνα του σετ μανομέτρων από τη βαλβίδα service της πλευράς αναρρόφησης του ψυκτικού συστήματος.
21. Ελέγξτε το ψυκτικό σύστημα για την ύπαρξη φίλτρων - ξηραντών στις γραμμές αναρρόφησης και υγρού. Εάν δεν υπάρχουν αυτά τα όργανα, εγκαταστήστε τα. Χρησιμοποιήστε, για αυτήν την εργασία, το σετ συγκόλλησης χαλκοσωλήνων.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας, πρέπει να φοράτε οπωσδήποτε προστατευτικά γάντια και γυαλιά.

22. Με χρήση αζώτου και ψυκτικού ρευστού R-22 ελέγξτε το ψυκτικό σύστημα για διαρροές.
23. Χρησιμοποιήστε την αντλία κενού και με τη βοήθεια του μανομέτρου μέτρησης προσπαθήστε να επιτύχετε υποπίεση 0.250 mmHg (250 μHg).
24. Γεμίστε τώρα το ψυκτικό σύστημα με την αναγκαία ποσότητα ψυκτικού ρευστού.



**Εικόνα 3-2:** Σύνδεση του σετ μανομέτρων στο ρυθμιστή πίεσης του κυλίνδρου αζώτου αφενός και αφετέρου σύνδεση του σωλήνα χαμηλής πλευράς στη βαλβίδα service αναρρόφησης

25. Να επαναφέρετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση "ΕΝΤΟΣ".
26. Βάλτε σε λειτουργία το ψυκτικό σύστημα και αφήστε το να λειτουργήσει για ικανό χρονικό διάστημα, ώστε το ψυκτικό ρευστό να κυκλοφορήσει μέσα από τα φίλτρα - ξηραντές. Τελικό χρονικό διάστημα λειτουργίας του ψυκτικού συστήματος είναι 15 min.
27. Μετά το προαναφερθέν χρονικό διάστημα των 15 min, ελέγξτε για ύπαρξη πτώσης πίεσης εκατέρωθεν του φίλτρου-ξηραντήρα της γραμμής υγρού. Για το σκοπό αυτό γίνεται μέτρηση της θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου στον ξηραντήρα.

Καταγράψτε αυτές τις θερμοκρασίες:

$$\theta_{\text{ΕΙΣ}} = \dots\dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{\text{ΕΞ}} = \dots\dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

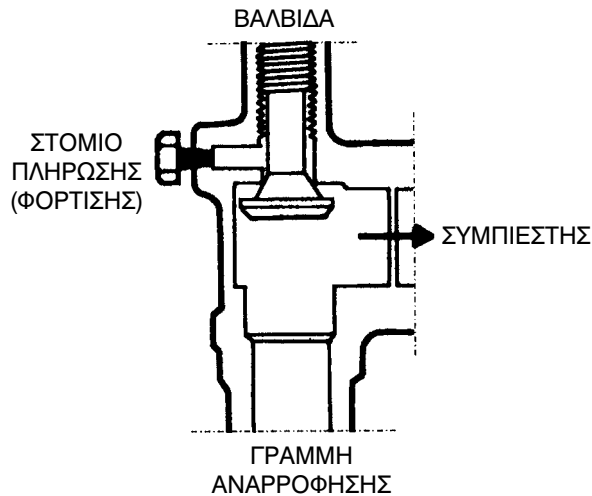
28. Η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta = \theta_{\text{ΕΙΣ}} - \theta_{\text{ΕΞ}}$  δείχνει εάν το φίλτρο-ξηραντής πρέπει να αντικατασταθεί ή όχι. Εάν  $\Delta\theta > 5^{\circ}\text{C}$ , τότε η ρύπανση

του φίλτρου-ξηραντή είναι υπερβολική και πρέπει να αντικαταστήσετε αυτό το εξάρτημα.

29. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.

30. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

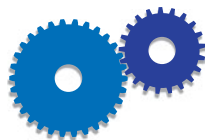
### 7. Τεχνικές επισημάνσεις



**Εικόνα 3-3:** Κατασκευαστική διαμόρφωση Βαλβίδας Service Αναρρόφησης Συμπιεστή

### 8. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Διαπιστώνετε πτώση της θερμοκρασίας κατά μήκος του φίλτρου-ξηραντήρα της γραμμής υγρού. Τι δηλώνει αυτό;
2. Δύο μετρήσεις με διαφορετικά όργανα δείχνουν:
  - i. Κενό (υποπίεση) 20 in Hg
  - ii. Κενό (υποπίεση) 450 μHg
 Ποιο είναι πιο βαθύ κενό;
3. Ποια στοιχεία μολύνουν το ψυκτικό σύστημα εν γένει;
4. Τι σημαίνει η έκφραση “μη συμπυκνούμενο αέριο”;
5. Το άζωτο ή το R-22 είναι πιο επιβλαβή για την ατμόσφαιρα;
6. Με ποια διαδικασία μία αντλία κενού αφαιρεί την υγρασία μέσα από ένα στεγανό ψυκτικό σύστημα;



## ΑΣΚΗΣΗ 4η

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΑΡΞΗΣ ΑΕΡΑ ΕΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν:

- τις απαιτούμενες διαδικασίες και ενέργειες για τον έλεγχο της ύπαρξης ατμοσφαιρικού αέρα μέσα σ' ένα στεγανό ψυκτικό σύστημα.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Όπως έχει τονισθεί σε πολλά σημεία του βιβλίου, το ψυκτικό σύστημα (εξατμιστής, συμπιεστής, συμπυκνωτής και ψυκτικές σωληνώσεις) πρέπει να είναι απαλλαγμένο από αέρα. Ο παγιδευμένος αέρας μέσα στο ψυκτικό σύστημα προκαλεί αφενός λειτουργικά προβλήματα, και αφετέρου μειώνει την ψυκτική απόδοση του συστήματος.

Ειδικότερα:

- i. Ο αέρας, καθώς δεν συμπυκνείται (όπως το ψυκτικό ρευστό), καταλαμβάνει ζωτικό όγκο στο συμπυκνωτή του ψυκτικού συστήματος. Επομένως η ενεργός επιφάνεια του συμπυκνωτή μειώνεται, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης καθώς και της αντίστοιχης υψηλής πίεσης. Επακόλουθο αυτού του γεγονότος είναι να μειωθεί η ψυκτική απόδοση του ψυκτικού συστήματος.
- ii. Ο αέρας μεταφέρει υγρασία μέσα στο ψυκτικό σύστημα. Το νερό μέσα στο ψυκτικό σύστημα μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω ρύπανση (λόγω του σχηματισμού σκουριάς και της διάβρωσης), αποσύνθεση του ψυκτικού μέσου και διάλυση του ψυκτελαίου.

Συνδέοντας, τώρα, την κάθε μία από τις πιο πάνω αστοχίες με την επακόλουθη ζημιά που μπορεί να επέλθει από την παρουσία τους, γίνονται εμφανείς ακόμη περισσότερες περιοχές αστοχίας. Η υπερβολική θερμότητα από τριβές, η επίστροψη χαλκού σε επιφάνειες και η ανεπιθύμητη φθορά των λείων επιφανειών των εδράνων συνδέονται με αυτήν τη ρύπανση. Επιπρόσθετα, ο σχηματισμός πάγου (συνήθως μόνο σε συστήματα με R-12) μέσα στην εκτονωτική βαλβίδα εμποδίζει τη ροή του ψυκτικού μέσου ή τη σταματάει εξ ολοκλήρου. Επομένως, στις περιπτώσεις εκείνες που ανι-

χνεύεται αέρας μέσα στο ψυκτικό σύστημα, πρέπει ο τεχνίτης ψυκτικός να γνωρίζει και να ακολουθήσει τις κατάλληλες διαδικασίες για την αφαίρεση τόσο του αέρα όσο και της υγρασίας από το ψυκτικό σύστημα.

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

Δεν απαιτούνται.

### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ένα (1) σετ μανομέτρων
- Ένα (1) θερμόμετρο επαφής
- Ένα (1) ψυκτικό κλειδί
- Δύο (2) βαλβίδες
- Ένα (1) διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών για το συγκεκριμένο ψυκτικό ρευστό

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε (§ 8.7).

### **6. Πορεία εργασίας**

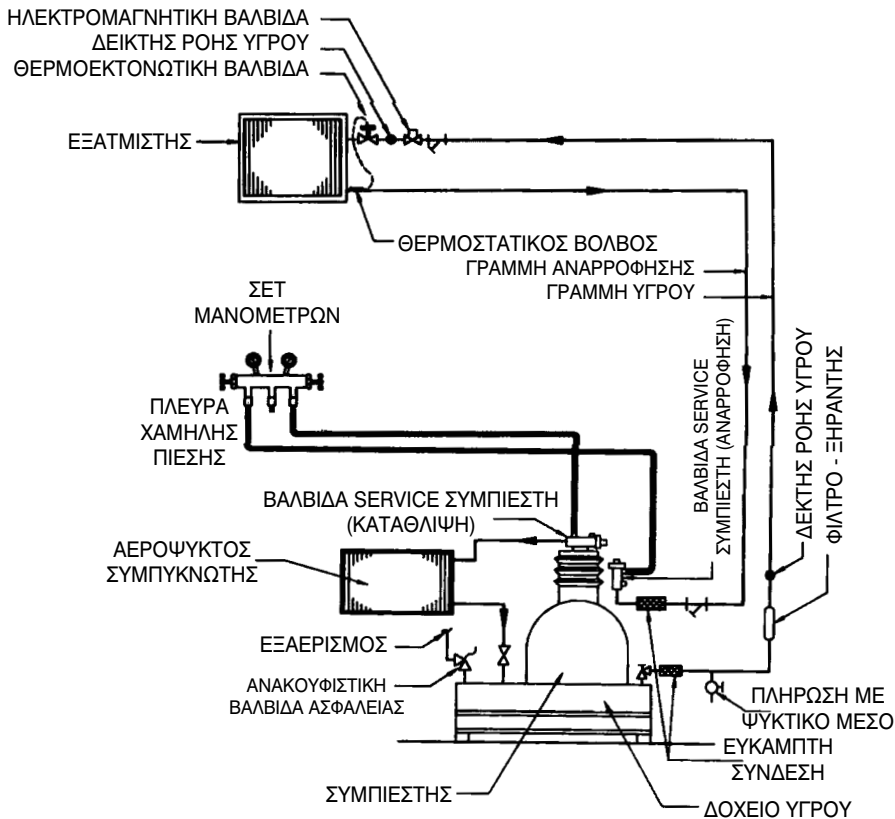
1. Σταματήστε τη λειτουργία του ψυκτικού συστήματος.
2. Βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης.
  - i. Εάν το ψυκτικό σύστημα διαθέτει βαλβίδες service, τότε αυτές πρέπει να τις περιστρέψετε περίπου στο 1/4 της πλήρους στροφής τους προς τη θέση της εμπρόσθιας έδρασής τους. Μ' αυτόν τον τρόπο θα δημιουργηθεί ένα στόμιο για τη μέτρηση πιέσεων με την προσαρμογή των ευκάμπτων σωλήνων του σετ μανομέτρων.
  - ii. Εάν το ψυκτικό σύστημα δεν διαθέτει βαλβίδες service, τότε πρέπει να προσθέσετε βαλβίδες στις γραμμές αναρρόφησης και κατάθλιψης του συστήματος.
3. Βεβαιωθείτε ότι τα μανόμετρα υψηλής και χαμηλής πίεσης του σετ μανομέτρων είναι κλειστά.
4. Συνδέστε τους εύκαμπτους σωλήνες υψηλής και χαμηλής πίεσης του

σετ μανομέτρων αντίστοιχα στις βαλβίδες κατάθλιψης και αναρρόφησης του ψυκτικού συστήματος.

5. Περιμένετε ένα μικρό χρονικό διάστημα, ώστε να εξισωθούν ή να σταθεροποιηθούν οι πιέσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης του συστήματος.

#### ▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Εάν στο σύστημα υπάρχει θερμοεκτονωτική βαλβίδα, τότε αναμένει κανείς σταθεροποίηση των πιέσεων και όχι απόλυτη εξίσωσή τους.



**Εικόνα 4-1:** Σύνδεση του σετ μανομέτρων: Ο σωλήνας χαμηλής πλευράς συνδέεται στη βαλβίδα service αναρρόφησης, ενώ ο σωλήνας υψηλής πλευράς συνδέεται στη βαλβίδα service κατάθλιψης

6. Σημειώστε το είδος του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται στο σύστημα: R .....
7. Σημειώστε την πίεση αναρρόφησης:  $p_{AN} = \dots\dots\dots$  bar



8. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών για το συγκεκριμένο ψυκτικό ρευστό, σημειώστε τη θερμοκρασία:  
 $\theta_{AN} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$ , που αντιστοιχεί στην πίεση  $p_{AN}$ .
9. Μετρήστε τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα γύρω από τον εξατμιστή του συστήματος:  
 $\theta_{AEP} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
10. Υπολογίστε τη διαφορά:  
 $\Delta\theta_{AN} = \theta_{AN} - \theta_{AEP} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
11. Σημειώστε τώρα την πίεση κατάθλιψης:  
 $p_{KAT} = \dots\dots\dots \text{ bar}$
12. Από το διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών για το χρησιμοποιούμενο ψυκτικό ρευστό, σημειώστε τη θερμοκρασία:  
 $\theta_{KAT} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$ , που αντιστοιχεί στην πίεση  $p_{KAT}$ .
13. Μετρήστε τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα γύρω από το συμπυκνωτή του συστήματος:  
 $\theta_{AEP} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
14. Υπολογίστε τη διαφορά:  
 $\Delta\theta_{KAT} = \theta_{KAT} - \theta_{AEP} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$

### 15. **ΕΛΕΓΧΟΙ**

Εάν  $\Delta\theta_{av} > 0 \text{ }^\circ\text{C}$  ή εάν  $\Delta\theta_{KAT} > 0 \text{ }^\circ\text{C}$ , τότε το ψυκτικό σύστημα έχει αέρα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να γίνει συλλογή του ψυκτικού μέσου, να αλλάξουν τα φίλτρα-ξηραντές, να δημιουργηθεί κενό στο σύστημα και στη συνέχεια να πληρωθεί εκ νέου με ψυκτικό ρευστό.

16. Προχωρώντας προς το τέλος της άσκησης, απομακρύνετε τους σωλήνες χαμηλής και υψηλής πίεσης από τις βαλβίδες service του συστήματος.

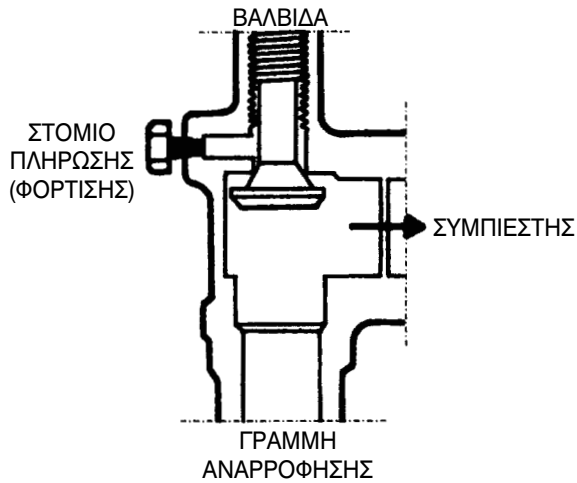


### **ΠΡΟΣΟΧΗ**

Η κάθε βαλβίδα service πρέπει να περιστραφεί, ώστε να έρθει στη θέση πίσω έδρασης, πριν επιχειρηθεί η αφαίρεση του εύκαμπτου σωλήνα του σετ μανομέτρων.

17. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.
18. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

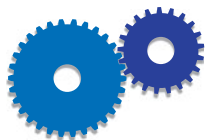
## 7. Τεχνικές επισημάνσεις



**Εικόνα 4-2:** Κατασκευαστική διαμόρφωση Βαλβίδας Service Αναρρόφησης Συμπιεστή

## 8. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Κατά το πλείστον, σε ποια περιοχή ενός ψυκτικού συστήματος συγκεντρώνονται τα “μη συμπυκνούμενα αέρια”;
2. Πώς επηρεάζεται η λειτουργία ενός στεγανού ψυκτικού συστήματος από τα “μη συμπυκνούμενα αέρια”;



## ΑΣΚΗΣΗ 5η

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ (ΧΗΜΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ)

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές:

- Να μάθουν τη διαδικασία χημικού καθαρισμού.
- Να εξοικειωθούν στη χρήση χημικών σκευασμάτων και στις προφυλάξεις που πρέπει να λαμβάνονται.

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

#### **Υδρόψυκτοι συμπυκνωτές - Πύργος Ψύξης**

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές, κλειστού συστήματος, ψύχονται με κυκλοφορία νερού. Δηλαδή το νερό απάγει τη θερμότητα και προκαλεί τη συμπύκνωση του ψυκτικού μέσου.

Το νερό ψύξης ανακυκλώνεται, ξαναψύχεται (γιατί έχει θερμανθεί από το συμπυκνωτή) και ξαναχρησιμοποιείται.

Κατά τη λειτουργία ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή, νερό και μάλιστα θερμό κυκλοφορεί μέσα σε σωλήνωση. Αυτό προκαλεί την επικάθιση αλάτων στα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα. Το φαινόμενο αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη λειτουργία των υδρόψυκτων συμπυκνωτών, γιατί τα άλατα δυσκολεύουν την κυκλοφορία του νερού μέσα από το σωλήνα και ελαττώνουν την ικανότητα συναλλαγής θερμότητας. Είναι μάλιστα τόσο μεγαλύτερη η επικάθιση αλάτων, όσο πιο σκληρό είναι το νερό.

Για να αντιμετωπιστεί η μείωση της απόδοσης ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή από την επικάθιση αλάτων, γίνονται τα παρακάτω:

- Τακτική συντήρηση και καθαρισμός των σωληνώσεων νερού του συμπυκνωτή.
- Σε περιπτώσεις ψυκτικών εγκαταστάσεων που το νερό είναι πολύ σκληρό (περιέχει δηλαδή πολλά άλατα ασβεστίου) προβλέπεται εγκατάσταση συσκευής αποσκλήρυνσης.

Για να διατηρηθεί ο υδρόψυκτος συμπυκνωτής σε καλή κατάσταση, χω-

ρίς μείωση της απόδοσής του, πρέπει να συντηρείται τακτικά. Η συντήρηση ενός υδρόψυκτου συμπυκνωτή περιλαμβάνει:

### **1. Μηχανικό καθαρισμό των αλάτων**

Ο καθαρισμός γίνεται με ειδικό εργαλείο που αποτελείται από ένα εύκαμπτο μεταλλικό στέλεχος στο άκρο του οποίου έχει προσαρμοστεί μια κυλινδρική συρματόβουρτσα. Με τη βοήθεια του μεταλλικού στελέχους η συρματόβουρτσα μπαίνει στο σωλήνα και καθαρίζει τα άλατα με απόξεση. Μετά από τη μηχανική επεξεργασία του σωλήνα (ξύσιμο των αλάτων με τη συρματόβουρτσα) ο σωλήνας πλένεται με νερό.

### **2. Χημικό καθαρισμό των αλάτων**

Ο χημικός καθαρισμός γίνεται με ειδικά υγρά που υπάρχουν στο εμπόριο. Τα υγρά χημικού καθαρισμού διαλύουν τα άλατα και καθαρίζουν το εσωτερικό των σωλήνων του συμπυκνωτή.

Για το χημικό καθαρισμό ενός συμπυκνωτή χρησιμοποιείται ένα δοχείο στο οποίο διαλύουμε το υγρό καθαρισμού, **σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή**. Στο δοχείο τοποθετείται μια μικρή κατάλληλη αντλία η οποία συνδέεται με πλαστικούς εύκαμπτους σωλήνες με το συμπυκνωτή. Η αντλία κυκλοφορεί το υγρό καθαρισμού μέσα στους σωλήνες του συμπυκνωτή. Το υγρό διαλύει και απομακρύνει τα άλατα. Μετά τη χημική επεξεργασία, ο συμπυκνωτής πλένεται καλά, με κυκλοφορία καθαρού νερού.

### **⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ**

*Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές έχουν, συνήθως, κατάλληλες βάνες για τη σύνδεση των σωλήνων του χημικού καθαρισμού.*

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

- Υγρό χημικού καθαρισμού

### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ψυκτική εγκατάσταση με υδρόψυκτο συμπυκνωτή

### **▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**

Ο συμπυκνωτής πρέπει να έχει τις κατάλληλες βαλβίδες για το χημικό καθαρισμό.

- Μικρή εμβαπτιζόμενη αντλία, κατάλληλη για χημικό καθαρισμό (π.χ. πλαστική)
- Πλαστικό δοχείο (κουβάς)

- Πλαστικά γάντια, προστατευτικά γυαλιά
- Λάστιχο ποτίσματος Φ1/2” με κατάλληλα ακροσωλήνια (ρακόρ)
- Ταμπελάκι για την αναγραφή της ημερομηνίας που έγινε ο χημικός καθαρισμός

### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

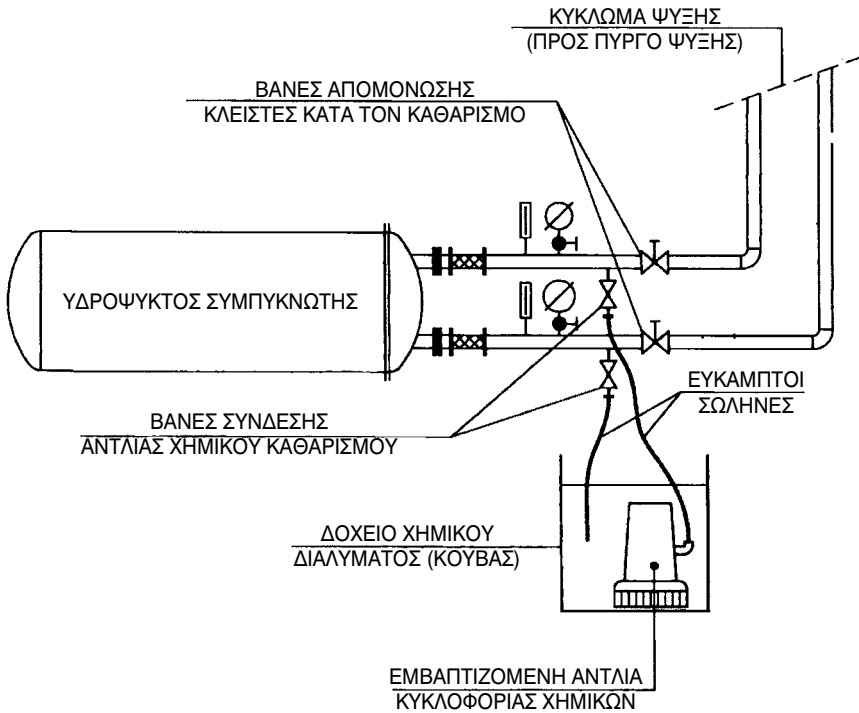
- Πλαστικά γάντια και προστατευτικά γυαλιά
- Πιστή εφαρμογή των οδηγιών χρήσης του χημικού σκευάσματος και των μέτρων ασφαλείας



#### **ΠΡΟΣΟΧΗ**

- Ο χημικός καθαρισμός πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη προσοχή και **να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προφύλαξης που αναγράφονται στη συσκευασία του υγρού.**
- Ο συμπυκνωτής πρέπει να απομονώνεται από το εξωτερικό δίκτυο νερού με κλείσιμο των βανών του δικτύου, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5-1, γιατί το υγρό καθαρισμού μπορεί να προκαλέσει διαβρώσεις στους σωλήνες.
- Πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλες αντλίες (π.χ. πλαστικές) και σωλήνες σύνδεσης που να αντέχουν στο υγρό καθαρισμού.
- Τα υγρά καθαρισμού δεν πρέπει να παραμένουν μέσα στο συμπυκνωτή περισσότερο από 10 ώρες.
- Πρέπει **να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες χρήσης και εφαρμογής** του υγρού καθαρισμού.
- Μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού ο συμπυκνωτής πρέπει να πλένεται πολύ καλά, με κυκλοφορία καθαρού νερού, για να φύγει όλο το υγρό καθαρισμού.

## 6. Κατασκευαστικό σχέδιο



**Εικόνα 5-1:** Χημικός Καθαρισμός Υδρόψυκτου Συμπυκνωτή

## 7. Πορεία εργασίας

Στο χώρο που θα γίνει η εργασία πρέπει να υπάρχει παροχή ρεύματος (πρίζα) και νερό (π.χ. βρύση). Καλό είναι να υπάρχει και αποχέτευση. Αν δεν υπάρχει βρύση, πρέπει να έχουμε ένα επιπλέον πλαστικό δοχείο (κουβά) με καθαρό νερό.

1. Αναγνωρίστε το συμπυκνωτή της εγκατάστασης και τις βαλβίδες σύνδεσης χημικού καθαρισμού.
2. Αναγνωρίστε τις βάνες απομόνωσης του υδρόψυκτου συμπυκνωτή από το κύκλωμα ψύξης (π.χ. σύνδεσης με Πύργο Ψύξης).
3. Αναγνωρίστε τη βαλβίδα εκκένωσης (άδειασμα) του συμπυκνωτή. Αν δεν υπάρχει, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κάτω βαλβίδα χημικού καθαρισμού.
4. Βεβαιωθείτε από τον καθηγητή σας για τη σωστή αναγνώριση των παραπάνω βαλβίδων.

5. Απομονώστε το συμπυκνωτή από το κύκλωμα ψύξης, κλείνοντας τις αντίστοιχες βάνες.
6. Συνδέστε το λάστιχο ποτίσματος στη βαλβίδα εκκένωσης και τοποθετήστε το άλλο άκρο του στην αποχέτευση. Αδειάστε το συμπυκνωτή ανοίγοντας με προσοχή τη βαλβίδα εκκένωσης. Αν δεν υπάρχει αποχέτευση κοντά στη θέση εργασίας, χρησιμοποιήστε τον κουβά, για να αδειάσετε το συμπυκνωτή.

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

*Αν υπάρχει σοβαρή δυσκολία, μπορούμε να παραλείψουμε το άδειασμα του συμπυκνωτή.*

7. Γεμίστε το συμπυκνωτή με καθαρό νερό συνδέοντας το λάστιχο στην επάνω βαλβίδα χημικού καθαρισμού, έχοντας ανοιχτή την κάτω, για να φεύγει ο αέρας. Τοποθετήστε κάτω από την ανοιχτή βαλβίδα τον άδειο κουβά, για να μαζέψετε ό,τι νερό χυθεί. Αν δεν υπάρχει βρύση κοντά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εμβαπτιζόμενη αντλία και τον κουβά με το καθαρό νερό. Συμβουλευτείτε τον καθηγητή σας.
8. Κλείστε τις βαλβίδες και αποσυνδέστε το λάστιχο.
9. Φτιάξτε το διάλυμα χημικού καθαρισμού, ακολουθώντας πιστά τις οδηγίες στη συσκευασία.
10. Τοποθετήστε την αντλία στο δοχείο και συνδέστε την, όπως φαίνεται στο σχέδιο της άσκησης.
11. Ανοίξτε τις βάνες σύνδεσης (βαλβίδες χημικού καθαρισμού).
12. Συνδέστε την αντλία στην παροχή ρεύματος και σημειώστε την ώρα έναρξης του χημικού καθαρισμού. Προσέξτε μήπως υπάρχουν διαρροές στα σημεία σύνδεσης. Αν υπάρχουν διαρροές, διακόψτε τη λειτουργία της αντλίας, σφίξτε καλύτερα τις συνδέσεις και ξεκινήστε ξανά την αντλία.
13. Παρακολουθήστε την ομαλή λειτουργία. (Ο χρόνος που πρέπει να κυκλοφορήσει το υγρό χημικού καθαρισμού αναγράφεται στη συσκευασία). Αφήστε την αντλία να λειτουργήσει για όσο χρόνο απαιτείται.
14. Μετά τη λήξη του χρόνου, διακόψτε τη λειτουργία της αντλίας. Αποσυνδέστε την αντλία από το συμπυκνωτή, αφού κλείσετε τις βαλβίδες χημικού καθαρισμού.
15. Βγάλτε την αντλία από τον κουβά και αδειάστε το περιεχόμενό του στην αποχέτευση. Ξεπλύνετε την αντλία με καθαρό νερό.

16. Γεμίστε τον κουβά με καθαρό νερό και ξανασυνδέστε την αντλία στο συμπυκνωτή. Επαναλάβετε βήματα 10, 11 και 12 με καθαρό νερό και όχι χημικό.
17. Αφήστε την αντλία να λειτουργήσει για 5 min.
18. Επαναλάβετε τα βήματα 14, 15 και 16. Αφήστε την αντλία να λειτουργήσει για τουλάχιστον 15 min.
19. Διακόψτε τη λειτουργία της αντλίας, κλείστε τις βαλβίδες χημικού καθαρισμού. Αποσυνδέστε την αντλία από το συμπυκνωτή.
20. Ανοίξτε τις βάνες του κυκλώματος ψύξης. Ελέγξτε αν υπάρχει διαρροή στις βαλβίδες χημικού καθαρισμού.
21. Τοποθετήστε το ταμπελάκι στο συμπυκνωτή αναγράφοντας την ημερομηνία που έγινε ο χημικός καθαρισμός.

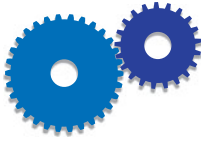
### **8. Τεχνικές επισημάνσεις**

- Το διάλυμα του υγρού χημικού καθαρισμού δεν πρέπει να αποχετεύεται σε δίκτυο νερών βροχής αλλά σε αποχέτευση λυμάτων (π.χ. λεκάνη WC).
- Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας πλύνετε καλά τα χέρια και το πρόσωπό σας.

### **9. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Ποιος ο σκοπός του χημικού καθαρισμού;
2. Πόσο συχνά πρέπει να γίνεται ο χημικός καθαρισμός ενός συμπυκνωτή; Από τι εξαρτάται;
3. Γίνεται χημικός καθαρισμός αερόψυκτου συμπυκνωτή και γιατί;





## ΑΣΚΗΣΗ 6η

### ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΕΝΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

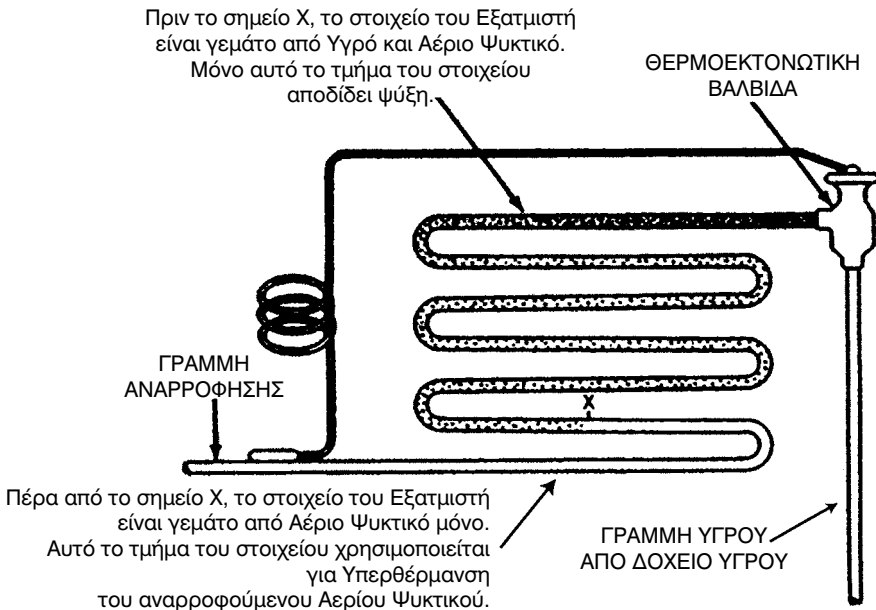
Οι μαθητές να μάθουν τη σωστή διαδικασία μέτρησης της ποσότητας υπερθέρμανσης στο στοιχείο του εξατμιστή.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

#### Ορισμός Υπερθέρμανσης

Υπερθέρμανση ονομάζεται η διαφορά θερμοκρασίας στην έξοδο του εξατμιστή (αναρρόφηση συμπιεστή) και της θερμοκρασίας εξατμίσου του ψυκτικού μέσου στον εξατμιστή.

#### Λειτουργία



**Εικόνα 6-1:** Λειτουργία εξατμιστή με Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα

Η Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα είναι εγκατεστημένη ακριβώς στην είσοδο του εξατμιστή, ενώ ο θερμοστατικός βολβός έχει τοποθετηθεί στη σωλήνα αναρρόφησης κοντά στην έξοδο του στοιχείου του εξατμιστή. Κατά τη λειτουργία η εκτονωτική βαλβίδα διοχετεύει υγρό ψυκτικό στον εξατμιστή το οποίο και εξατμίζεται στο εσωτερικό του. Το ψυκτικό αέριο που προκύπτει οδηγείται από τον εξατμιστή προς το συμπιεστή μέσω της σωλήνας αναρρόφησης.

Έστω, για παράδειγμα, ότι η βαλβίδα έχει ρυθμισθεί για  $5,5^{\circ}\text{C}$  υπερθέρμανσης. Τότε το αέριο που περνάει από το θερμοστατικό βολβό θα είναι  $5,5^{\circ}\text{C}$  θερμότερο από τη θερμοκρασία εξάτμισης μέσα στον εξατμιστή. Αυτό σημαίνει ότι ένα μέρος από το ψυκτικό στοιχείο του εξατμιστή, αρκετά μακριά από την είσοδό του, θα χρησιμοποιείται, για να θερμάνει το πλήρως εξατμισμένο ψυκτικό μέσο, από τη θερμοκρασία εξάτμισης (που αντιστοιχεί στην πίεση αναρρόφησης) σε μία νέα θερμοκρασία  $5,5^{\circ}\text{C}$  υψηλότερη.

Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, το ψυκτικό στοιχείο, στην Εικόνα 6-1, περιέχει ένα μείγμα υγρού και αερίου ψυκτικού, από την είσοδο έως κάποιο σημείο X. Στο σημείο X το υγρό έχει εντελώς εξατμισθεί. Από το σημείο X μέχρι το σημείο εγκατάστασης του θερμοστατικού βολβού, η επιφάνεια του ψυκτικού στοιχείου χρησιμοποιείται μόνο για να ανυψώσει τη θερμοκρασία του αερίου στη θερμοκρασία υπερθέρμανσης, που καθορίζεται από την εκτονωτική βαλβίδα.

Εάν το φορτίο ελαττωθεί, τότε το υπέρθερμο τμήμα του ψυκτικού στοιχείου, μεταξύ του σημείου X και του σημείου εγκατάστασης του θερμοστατικού βολβού, απορροφά λιγότερη θερμότητα, ελαττώνοντας έτσι τη θερμοκρασία του υπέρθερμου αερίου. Αυτή η ελάττωση της θερμοκρασίας του αερίου “παγώνει” το θερμοστατικό βολβό και η θερμοεκτονωτική βαλβίδα λειτουργεί προς την κατεύθυνση ελάττωσης του υγρού ψυκτικού προς το ψυκτικό στοιχείο (εξατμιστής).

Εάν το ψυκτικό φορτίο αυξηθεί, το υπέρθερμο τμήμα του ψυκτικού στοιχείου απορροφά περισσότερη θερμότητα και η θερμοκρασία του υπέρθερμου αερίου αυξάνεται. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου ψυκτικού “ζεσταίνει” το θερμοστατικό βολβό και η θερμοεκτονωτική βαλβίδα λειτουργεί προς την κατεύθυνση αύξησης του υγρού ψυκτικού προς τον εξατμιστή.

Καθώς το ψυκτικό φορτίο μεταβάλλεται, το σημείο X κινείται προς τα εμπρός ή προς τα πίσω, με τέτοιο τρόπο, ώστε πάντα να παραμένει κάποιο τμήμα του εξατμιστή μεταξύ του σημείου X και του θερμοστατικού βολβού, για να θερμάνει το αέριο ψυκτικό στην τιμή υπερθέρμανσης της

θερμοεκτονωτικής βαλβίδας, που στην περίπτωση μας είναι  $5,5^{\circ}\text{C}$ , πάνω από τη θερμοκρασία εξάτμισης. Εάν η τιμή ρύθμισης της υπερθέρμανσης της βαλβίδας αλλάξει χειροκίνητα, το σημείο X θα κινηθεί ανάλογα.

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το σημείο X καθορίζεται από τη διαφορά (υπερθέρμανση) μεταξύ της θερμοκρασίας του ψυκτικού αερίου στο σημείο τοποθέτησης του θερμοστατικού βολβού και της θερμοκρασίας εξάτμισης, και όχι από τη θερμοκρασία εξάτμισης μόνο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί, ανεξάρτητα από τις μεταβολές στη θερμοκρασία εξάτμισης ή αναρρόφησης, το ποσό της υπερθέρμανσης παραμένει περίπου σταθερό, για να εμποδίσει έτσι υγρό ψυκτικό να εισέλθει στη γραμμή αναρρόφησης.

Η ποσότητα θερμότητας που μπορεί να απορροφηθεί από την εξάτμιση του υγρού ψυκτικού είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την ποσότητα θερμότητας που μπορεί να απορροφηθεί από την υπερθέρμανση του κρύου ψυκτικού αερίου. Για το λόγο αυτό, το τμήμα του ψυκτικού στοιχείου που απαιτείται για την υπερθέρμανση του αερίου είναι σχεδόν άχρηστο από τη σκοπιά του ψυκτικού φορτίου. **Είναι, επομένως, σκόπιμο να κρατείται η υπερθέρμανση σε λογικά χαμηλά επίπεδα, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται το μέγιστο δυνατό τμήμα του ψυκτικού στοιχείου για χρήσιμη εργασία.**

Οι θερμοεκτονωτικές βαλβίδες συνήθως μπορούν να ρυθμιστούν σε εύρος υπερθέρμανσης:

$$0 \text{ έως } 14 \div 16,5^{\circ}\text{C}$$

$$0 \text{ έως } 25 \div 30^{\circ}\text{F}$$

Είναι όμως δυνατό να έχουν προρρυθμιστεί από τον κατασκευαστή τους, στην επιθυμητή τιμή υπερθέρμανσης. Για παράδειγμα, στα ψυκτικά στοιχεία αμέσου εκτόνωσης (Direct expansion Cooling Coils) συνήθως καθορίζεται τιμή υπερθέρμανσης  $5,5^{\circ}\text{C}$  ( $10^{\circ}\text{F}$ ). Εάν το ψυκτικό φορτίο κυμαίνεται σε μεγάλο εύρος ή μεταβάλλεται πολύ γρήγορα, τότε οι εκτονωτικές βαλβίδες πρέπει να ρυθμίζονται σε τιμές υπερθέρμανσης:  $5,5 \div 8,5^{\circ}\text{C}$  ( $10 \div 15^{\circ}\text{F}$ ).

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Ένας εξατμιστής με υψηλή υπερθέρμανση δεν τροφοδοτείται αρκετά με υγρό ψυκτικό μέσο. Αυτό μπορεί να οφείλεται:

1. Στο υψηλό θερμικό φορτίο που έχει να αντιμετωπίσει ο εξατμιστής, με αποτέλεσμα το υγρό ψυκτικό μέσο να ατμοποιείται πολύ γρήγορα στο στοιχείο του εξατμιστή, ή,
  2. Η εκτονωτική βαλβίδα να μην μπορεί να τροφοδοτήσει το στοιχείο του εξατμιστή με την απαιτούμενη ποσότητα ψυκτικού μέσου, για κάποιες αιτίες.
- Αντίθετα, ένας εξατμιστής με μηδενική ή μικρή υπερθέρμανση έχει πολύ υγρό ψυκτικό μέσο στο εσωτερικό του. Αυτό μπορεί να οφείλεται:
1. Σ' ένα χαμηλό θερμικό φορτίο που έχει να αντιμετωπίσει ο εξατμιστής, με αποτέλεσμα το υγρό ψυκτικό μέσο να ατμοποιείται αργά στο στοιχείο του εξατμιστή,
  2. Σε μία απότομη υπερφόρτωση, ή,
  3. Η εκτονωτική βαλβίδα υπερτροφοδοτεί το στοιχείο του εξατμιστή, για κάποιες αιτίες.

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

Δεν απαιτούνται.

### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχάνημα - Συσκευές**

- Ένα (1) ηλεκτρονικό θερμόμετρο με αισθητήριο επαφής
- Ένα (1) σεντ μανομέτρων
- Ένα (1) ψυκτικό κλειδί
- Προστατευτικά γυαλιά
- Ένα (1) ζευγάρι προστατευτικά γάντια με μόνωση έναντι χαμηλών θερμοκρασιών

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

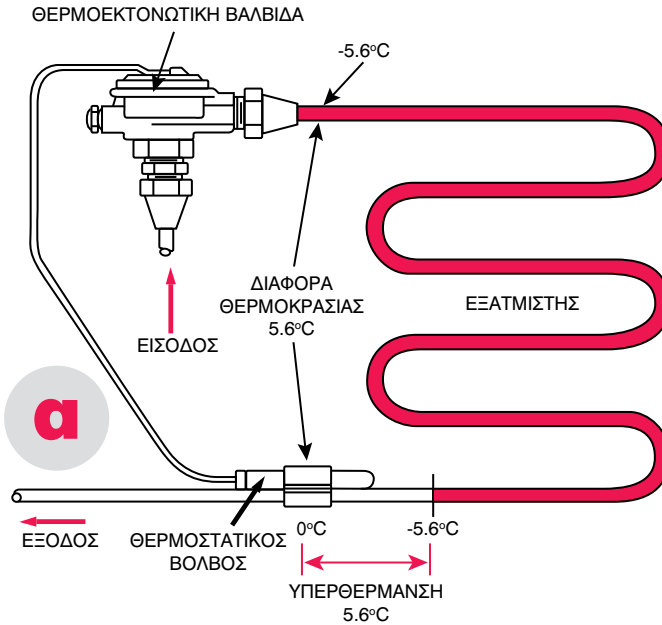
- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε (§ 8.7).

### **6. Πορεία εργασίας**

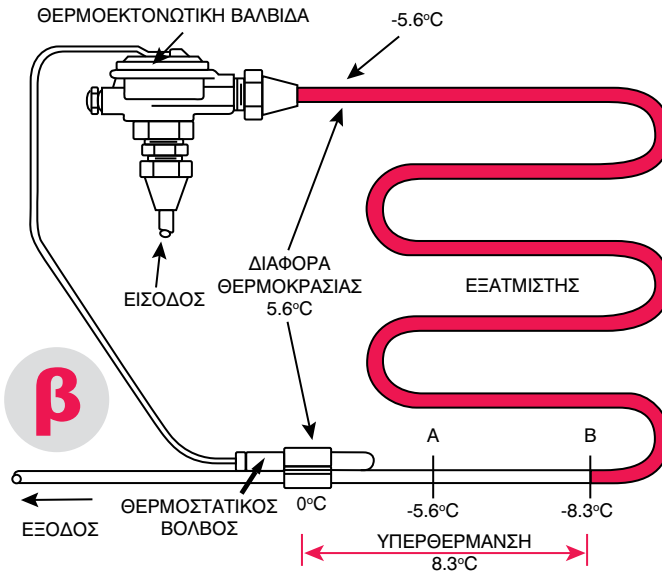
1. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση "ΕΚΤΟΣ".
2. Βεβαιωθείτε ότι οι βαλβίδες του σεντ μανομέτρων είναι κλειστές.

3. Συνδέστε τον εύκαμπτο σωλήνα χαμηλής πίεσης του σετ μανομέτρων στο στόμιο της βαλβίδας service αναρρόφησης.
4. Ανοίξτε τη βαλβίδα service, περιστρέφοντάς την κατά 1/4 της στροφής, προς την κατεύθυνση της μπροστινής έδρασης.
5. Τοποθετήστε το αισθητήριο επαφής του ηλεκτρονικού θερμομέτρου στη γραμμή αναρρόφησης.
6. Σημειώστε τον τύπο του ψυκτικού ρευστού που χρησιμοποιείται στο ψυκτικό σύστημα, π.χ. R-12, R-22, R-134a κ.λπ.
7. Να θέσετε τον ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΝΤΟΣ” και εκκινήστε το ψυκτικό σύστημα.
8. Αφήστε το σύστημα να λειτουργήσει για 15 ÷ 20 min.
9. Σημειώστε την πίεση αναρρόφησης του συστήματος:  
 $P_{AN} = \dots\dots\dots \text{bar}.$
10. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων - θερμοκρασιών για το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείτε στο ψυκτικό σύστημα, βρείτε τη θερμοκρασία εξάτμισης:  
 $\theta_{EE} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C},$  που αντιστοιχεί στην πίεση αναρρόφησης  $P_{AN}$  που μετρήσατε προηγούμενα.
11. Σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το ηλεκτρικό θερμόμετρο:  
 $\theta_{AN} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
12. Υπολογίστε την ποσότητα υπερθέρμανσης, από τον τύπο:  
 $\theta_{ΥΠΕΡΘ} = \theta_{AN} - \theta_{EE}$
13. Κλείστε τη βαλβίδα αναρρόφησης του συμπιεστή, περιστρέφοντάς την προς τη θέση της πίσω έδρασης.
14. Αποσυνδέστε το σετ μανομέτρων.
15. Να απομακρύνετε το ψηφιακό θερμόμετρο.
16. Σταματήστε τη λειτουργία του ψυκτικού συστήματος.
17. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.
18. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

## 7. Τεχνικές επισημάνσεις



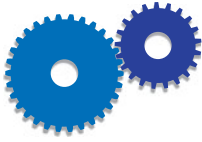
**Εικόνα 6-2:** Λειτουργία εξατμιστή με Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα και Υπερθέρμανση 5,6° C



**Εικόνα 6-3:** Λειτουργία εξατμιστή με Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα και Υπερθέρμανση 8,3° C

**8. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Ποιοι είναι οι λόγοι που η υπερθέρμανση σ' ένα ψυκτικό σύστημα δεν είναι μηδενική;
2. Ποια χαρακτηριστικά παρουσιάζει ένας εξατμιστής με υψηλή υπερθέρμανση; Τι μπορεί να φταίει;
3. Ποια χαρακτηριστικά παρουσιάζει ένας εξατμιστής με μηδενική ή χαμηλή υπερθέρμανση; Τι μπορεί να φταίει;



## ΑΣΚΗΣΗ 7η

### ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΕ ΜΙΑ ΘΕΡΜΟΕΚΤΩΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τη σωστή διαδικασία ρύθμισης της υπερθέρμανσης στο στοιχείο σε μία θερμοεκτονωτική βαλβίδα.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Βλέπε σχετική ανάλυση για την υπερθέρμανση στην 6η Άσκηση.

Ειδικότερα, για τις θερμοεκτονωτικές βαλβίδες με θερμοστατικό βολβό και την ύπαρξη ή όχι εξωτερικού εξισωτή, πρέπει να τονιστούν τα εξής:

- Οι θερμοεκτονωτικές βαλβίδες είναι εργοστασιακά ρυθμισμένες, ώστε να διατηρούν σταθερή την υπερθέρμανση στους εξατμιστές  $5 \div 10$  °C. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχουν λόγοι αλλαγής της ποσότητας υπερθέρμανσης σε μία θερμοεκτονωτική βαλβίδα και δεν συνιστώνται. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις που απαιτείται να γίνει ρύθμιση της υπερθέρμανσης.
- Η ρύθμιση της υπερθέρμανσης γίνεται απλά με την περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλίας υπερθέρμανσης. Περιστροφή κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού (δεξιόστροφα) αυξάνει την υπερθέρμανση, ενώ η αριστερόστροφη στροφή μειώνει την υπερθέρμανση.
- Ο τεχνίτης ψυκτικός πρέπει να προσέξει πολύ στο γεγονός ότι η εργασία της ρύθμισης είναι μία αργή διαδικασία. Κάθε φορά περιστρέφεται ο ρυθμιστικός κοχλίας υπερθέρμανσης κατά το 1/4 της στροφής και στη συνέχεια αφήνεται το ψυκτικό σύστημα να λειτουργεί έως ότου σταθεροποιηθούν οι πιέσεις και οι θερμοκρασίες του συστήματος. Εάν δεν είναι ικανοποιητικές, τότε θα προχωρήσει στη συνέχεια σε νέα ρύθμιση.

#### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.



#### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ένα (1) ψυκτικό σύστημα εφοδιασμένο με θερμοεκτονωτική βαλβίδα.
- Ένα (1) ηλεκτρονικό θερμόμετρο με αισθητήριο επαφής.
- Ένα (1) ηλεκτρικό πιστολάκι (σεσουάρ).
- Ένα (1) σετ μανομέτρων.
- Ένα (1) ψυκτικό κλειδί.
- Ένα (1) ζευγάρι γυαλιών προστασίας.
- Ένα (1) ζευγάρι προστατευτικά γάντια με μόνωση έναντι χαμηλών θερμοκρασιών.
- Ένα (1) διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών για το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιεί το ψυκτικό σας σύστημα.

#### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.



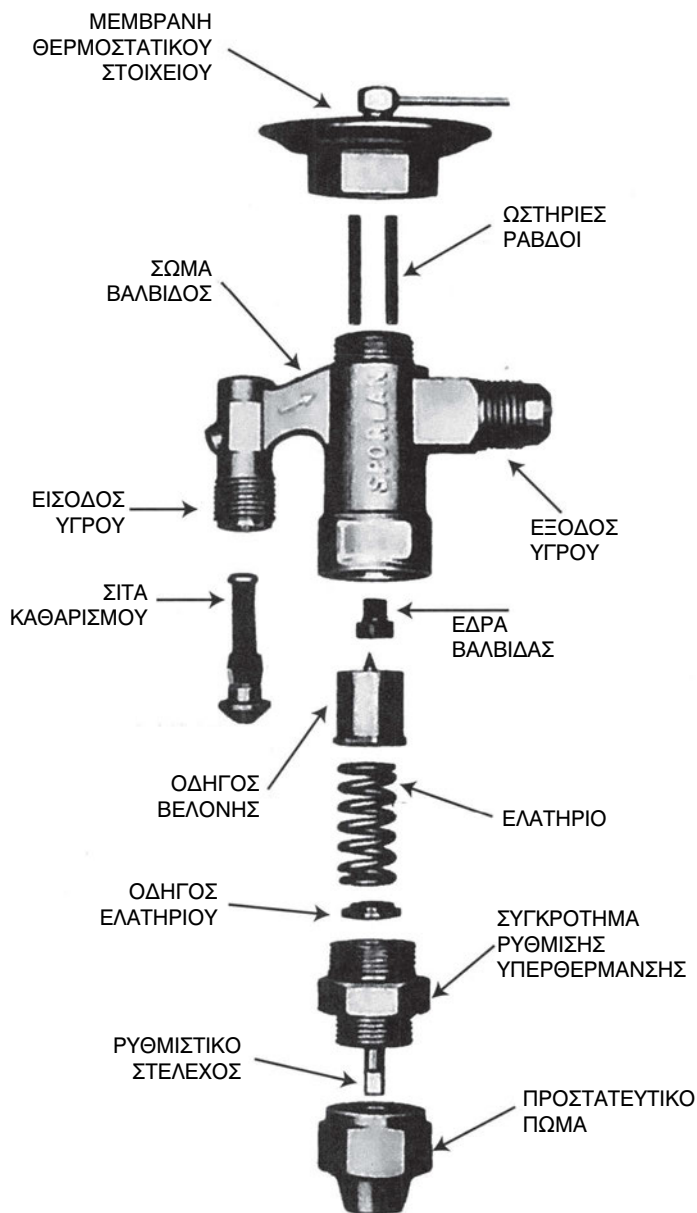
#### **ΠΡΟΣΟΧΗ**

Οι μαθητές πρέπει να είναι ενημερωμένοι στη σωστή χρήση των συσκευών ελέγχου και των ψυκτικών εργαλείων. Οποσδήποτε όμως πρέπει να εφαρμόζεται η Νομοθεσία για την Ασφάλεια της Εργασίας.

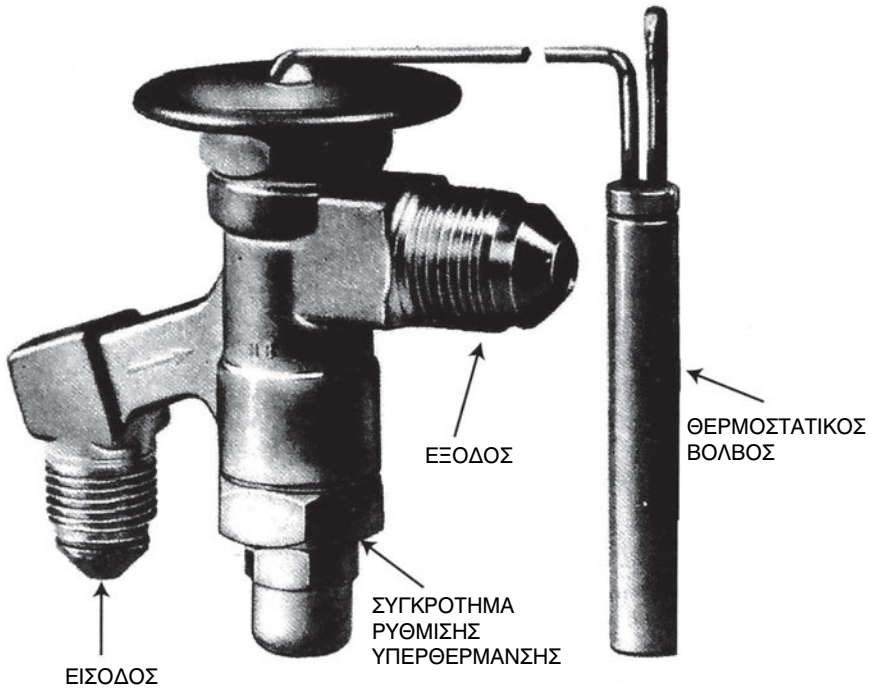
#### **6. Πορεία εργασίας**

1. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΚΤΟΣ”.
2. Βεβαιωθείτε ότι οι βαλβίδες του σετ μανομέτρων είναι κλειστές.
3. Συνδέστε τον εύκαμπο σωλήνα χαμηλής πίεσης του σετ μανομέτρων στο στόμιο της βαλβίδας service αναρρόφησης.
4. Ανοίξτε τη βαλβίδα service, περιστρέφοντάς την κατά 1/4 της στροφής, προς την κατεύθυνση της μπροστινής έδρασης έτσι, ώστε να δημιουργηθεί η απαιτούμενη πίεση αναρρόφησης.
5. Τοποθετήστε και στερεώστε καλά το αισθητήριο μέτρησης της θερμοκρασίας του ηλεκτρονικού θερμομέτρου, δίπλα στο θερμοστατικό βολβό της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας. Στη συνέχεια μονώστε το αισθητήριο μέτρησης θερμοκρασίας, σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο.

6. Καθορίστε τον τύπο του ψυκτικού συστήματος που χρησιμοποιείται στην παρούσα άσκηση. Είναι χαμηλής, μέσης ή υψηλής θερμοκρασίας;
7. Καθορίστε τον τύπο του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιείται στο ψυκτικό σύστημα της άσκησης.
8. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΝΤΟΣ”.
9. Εκκινήστε το ψυκτικό σύστημα και αφήστε το να λειτουργήσει για 15min.
10. Σημειώστε την πίεση στην είσοδο του εξατμιστή (χαμηλή πίεση) του ψυκτικού συστήματος:  
 $p_{EE} = \dots\dots\dots \text{bar}$
11. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιεί το ψυκτικό σας σύστημα, μετατρέψτε τη χαμηλή πίεση στην είσοδο του εξατμιστή στην αντίστοιχη θερμοκρασία εξάτμισης, που είναι και η θερμοκρασία κορεσμού του ψυκτικού μέσου στον εξατμιστή:  
 $\theta_{EE} = \theta_{KOP} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
12. Σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το ηλεκτρονικό σας θερμόμετρο, στη θέση του θερμοστατικού βολβού:  
 $\theta_{AN} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
13. Υπολογίστε την ποσότητα Υπερθέρμανσης από τον τύπο:  
 $(\theta_{ΥΠΕΡΘ})1 = \theta_{AN} - \theta_{EE} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$
14. Αφήστε το ψυκτικό σύστημα να λειτουργεί.



**Εικόνα 7-1:** Εξαρτήματα Θερμοεκτονωτικής Βαλβίδας τύπου μεμβράνης



**Εικόνα 7-2:** Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα τύπου μεμβράνης

15. Αφαιρέστε τώρα το προστατευτικό πώμα του ρυθμιστικού κοχλία υπερθέρμανσης της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας.
16. Χρησιμοποιώντας το ψυκτικό κλειδί, περιστρέψτε κατά μία (1) στροφή το ρυθμιστικό κοχλία της βαλβίδας, δεξιόστροφα (φορά δεικτήτη ρολογιού).

#### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή αυτής της άσκησης, περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία δεξιόστροφα (φορά δεικτών ρολογιού) αυξάνει την υπερθέρμανση. Αντίστοιχα, περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία αριστερόστροφα μειώνει την υπερθέρμανση.

17. Αφήστε το ψυκτικό σύστημα να λειτουργήσει για 15 min.
18. Σημειώστε την πίεση στην είσοδο του εξατμιστή (χαμηλή πίεση) του ψυκτικού συστήματος:

$$p_{EE} = \dots\dots \text{bar}$$

19. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιεί το ψυκτικό σας σύστημα, μετατρέψτε τη χαμηλή πίεση στην είσοδο του εξατμιστή στην αντίστοιχη θερμοκρασία εξατμίσεως, που είναι και η θερμοκρασία κορεσμού του ψυκτικού μέσου στον εξατμιστή:

$$\theta_{\text{ΕΞ}} = \theta_{\text{ΚΟΡ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

20. Σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το ηλεκτρονικό σας θερμόμετρο, στη θέση του θερμοστατικού βολβού:

$$\theta_{\text{ΑΝ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

21. Υπολογίστε την ποσότητα Υπερθέρμανσης από τον τύπο:

$$(\theta_{\text{ΥΠΕΡΘ}})_2 = \theta_{\text{ΑΝ}} - \theta_{\text{ΕΞ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

22. Χρησιμοποιώντας τώρα το ψυκτικό κλειδί, περιστρέψτε το ρυθμιστικό κοχλία της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας κατά 2 στροφές αριστερόστροφα (αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού).

23. Αφήστε το ψυκτικό σύστημα να λειτουργήσει για 15 min.

24. Σημειώστε την πίεση στην είσοδο του εξατμιστή (χαμηλή πίεση) του ψυκτικού συστήματος:

$$p_{\text{ΕΞ}} = \dots\dots\dots \text{ bar}$$

25. Με βάση το διάγραμμα πιέσεων-θερμοκρασιών του ψυκτικού μέσου που χρησιμοποιεί το ψυκτικό σας σύστημα, μετατρέψτε τη χαμηλή πίεση στην είσοδο του εξατμιστή στην αντίστοιχη θερμοκρασία εξατμίσεως, που είναι και η θερμοκρασία κορεσμού του ψυκτικού μέσου στον εξατμιστή:

$$\theta_{\text{ΕΞ}} = \theta_{\text{ΚΟΡ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

26. Σημειώστε τη θερμοκρασία που δείχνει το ηλεκτρονικό σας θερμόμετρο, στη θέση του θερμοστατικού βολβού:

$$\theta_{\text{ΑΝ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

27. Υπολογίστε την ποσότητα Υπερθέρμανσης από τον τύπο:

$$(\theta_{\text{ΥΠΕΡΘ}})_3 = \theta_{\text{ΑΝ}} - \theta_{\text{ΕΞ}} = \dots\dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

## 28. ΕΛΕΓΧΟΣ

Με βάση τις πιο πάνω μετρήσεις, έχετε τρεις (3) τιμές ποσότητας υπερθέρμανσης. Η σχέση τους θα πρέπει να είναι:

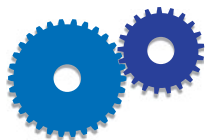
$$(\theta_{\text{ΥΠΕΡΘ}})_3 < (\theta_{\text{ΥΠΕΡΘ}})_1 < (\theta_{\text{ΥΠΕΡΘ}})_2$$

29. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση "ΕΚΤΟΣ".

30. Να επαναφέρετε τη βαλβίδα service χαμηλής πίεσης στη θέση πίσω έδρασης (back - seat).
31. Επανατοποθετήστε το προστατευτικό πώμα στο ρυθμιστικό κοχλία υπερθέρμανσης της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας.
32. Αποσυνδέστε το σετ μανομέτρων από το ψυκτικό σύστημα.
33. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.
34. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

### **7. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Ποιο είναι το σύνηθες πεδίο υπερθέρμανσης, στο οποίο είναι προρρυθμισμένες οι θερμοεκτονωτικές βαλβίδες;
2. Σε ποια θέση στο ψυκτικό σύστημα εγκαθίσταται ο θερμοστατικός βολβός μιας θερμοεκτονωτικής βαλβίδας;
3. Σε ένα ψυκτικό σύστημα έχει εγκατασταθεί μία θερμοεκτονωτική βαλβίδα. Για να αυξήσουμε την υπερθέρμανση, πρέπει να στρίψουμε το ρυθμιστικό κοχλία υπερθέρμανσης δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα;



## ΑΣΚΗΣΗ 8η

### ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ-ΞΗΡΑΝΤΗ ΣΕ ΕΝΑ ΣΤΕΓΑΝΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τις σωστές διαδικασίες αντικατάστασης ενός φίλτρου-ξηραντή σε ένα στεγανό ψυκτικό σύστημα.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Όπως σας είναι ήδη γνωστό, η υγρασία και τα ξένα μικροσωματίδια μπορούν να προκαλέσουν πολύ σοβαρά προβλήματα σε κάθε ψυκτική εγκατάσταση. Η υγρασία μπορεί να παγώσει μέσα στο ακροφύσιο της εκτονωτικής βαλβίδας, να οξειδώσει μεταλλικά τμήματα της εγκατάστασης και να υγράνει τα τυλίγματα του ηλεκτροκινητήρα σε ημερησιόχρονους συμπιεστές, γεγονός που, με την πάροδο του χρόνου, θα οδηγήσει σε κάψιμο του ηλεκτροκινητήρα και σε διάσπαση του ψυκτελαίου. Από την άλλη πλευρά, ξένα μικροσωματίδια μπορεί να ρυπάνουν το ψυκτέλαιο και να συσσωρευτούν τελικά σε τμήματα των βαλβίδων του συμπιεστή, κάνοντάς τες έτσι να μη λειτουργούν.

Διάφοροι τύποι φίλτρων-ξηραντών έχουν επινοηθεί και χρησιμοποιούνται, για να απομακρύνουν την υγρασία, τους υδρατμούς και τα ξένα μικροσωματίδια από το ψυκτικό υγρό. Τα όργανα αυτά φέρουν ένα χυτό πορώδη πυρήνα με μεγάλη συνάφεια προς το νερό. Ο πυρήνας περιέχει επίσης ουσίες που εξουδετερώνουν τα τυχόντα πιθανά οξέα και απομακρύνουν τα ξένα μικροσωματίδια από το ψυκτικό κύκλωμα. Για να επιτευχθεί η μέγιστη προστασία στην εκτονωτική βαλβίδα και την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, το φίλτρο-ξηραντής κατά κανόνα εγκαθίσταται στη γραμμή υγρού ακριβώς πριν απ' αυτά τα δύο εξαρτήματα.

Χρειάζεται προσοχή στην απομάκρυνση του φίλτρου-ξηραντήρα, όταν συνδέεται με συγκόλληση σε μία γραμμή (υψηλής ή χαμηλής πίεσης) σε ένα ψυκτικό σύστημα. Όπως είναι φανερό, υγρασία έχει παγιδευτεί μέσα στον ξηραντήρα, οπότε στην περίπτωση που επιχειρηθεί αφαίρεση του ξηραντήρα με φλόγιστρο, τότε η φλόγα κοπής θα προκαλέσει τη μετακίνηση της υγρασίας προς τα πίσω, μέσα στο σύστημα. Προς αποφυγή αυτού του φαινομένου συνιστάται η αφαίρεση του φίλτρου-ξηραντή να γίνεται με

τη χρησιμοποίηση ενός σωληνοκόφτη ή ενός μεταλλοπρίονου. Ας σημειωθεί επίσης το γεγονός ότι στις Αντλίες Θερμότητας τα φίλτρα-ξηραντήρες πρέπει να λειτουργούν για ροή του ψυκτικού μέσου και προς τις δύο κατευθύνσεις λειτουργίας.

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

- Μία (1) μονωτική ταινία.
- Μαλακή κόλληση και υλικό καθαρισμού της περιοχής συγκόλλησης.
- Σμυριδόπανο.

### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Μία (1) μονάδα συλλογής (συγκέντρωσης) ψυκτικού μέσου.
- Μία (1) φιάλη συλλογής (συγκέντρωσης) ψυκτικού μέσου.
- Μία (1) αντλία κενού.
- Ένα (1) μανόμετρο μέτρησης υποπίεσης σε μHg.
- Ένας (1) ανιχνευτής διαρροών.
- Ένα (1) φίλτρο - ξηραντήρας (γραμμής υγρού ή γραμμής αναρρόφησης) αντίστοιχου μεγέθους με τον υπάρχοντα στο ψυκτικό σύστημα.
- Ένα (1) ηλεκτρονικό θερμόμετρο με αισθητήριο επαφής.
- Μία (1) συσκευή συγκόλλησης (για χαλκοσωλήνες) για μαλακή κόλληση.
- Ένας (1) σωληνοκόφτης.
- Μία(1) λίμα.
- Μία (1) φιάλη αζώτου με ρυθμιστή ροής.
- Ένα (1) σεντ μανομέτρων.
- Ένα (1) ψυκτικό κλειδί.
- Ένα (1) ζευγάρι γυαλιά προστασίας.
- Ένα (1) ζευγάρι προστατευτικά γάντια με μόνωση έναντι χαμηλών θερμοκρασιών.

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε (§ 8.7).





## ΠΡΟΣΟΧΗ

Οι μαθητές πρέπει να είναι ενημερωμένοι στη σωστή χρήση των συσκευών ελέγχου και των ψυκτικών εργαλείων. Οποσδήποτε όμως πρέπει να εφαρμόζεται η Νομοθεσία για την Ασφάλεια της Εργασίας.

### 6. Πορεία εργασίας

#### **(Αφορά φίλτρο-ξηραντήρα συγκολλημένο στο ψυκτικό σύστημα)**

1. Θέσατε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΚΤΟΣ”.
2. Εκκενώστε το ψυκτικό σύστημα και συλλέξτε το ψυκτικό μέσο, σύμφωνα με τα όσα έχετε ήδη διδαχθεί.
3. Εντοπίστε το φίλτρο-ξηραντήρα του συστήματος.
4. Με τη βοήθεια του σμιριδόπανου καθαρίστε τους σωλήνες εκατέρωθεν του φίλτρου-ξηραντή, σε αντίσταση 6÷8 cm από το σημείο συγκόλλησης. Αφαιρέστε οποιοδήποτε στρώμα ακαθαρσιών, μπογιάς ή αλάτων.
5. Χρησιμοποιώντας το σωληνοκόπτη, κόψτε και τις 2 άκρες στα σημεία συγκόλλησης του προς αντικατάσταση φίλτρου-ξηραντήρα. Στη συνέχεια, αφαιρέστε τα κομμάτια που κόψατε.
6. Με το σμιριδόπανο, καθαρίστε τις περιοχές που θα συγκολλήσετε.
7. Κάντε τις ανάλογες προετοιμασίες για συγκόλληση όλων των ειδικών τεμαχίων και του φίλτρου-ξηραντήρα.
8. Χρησιμοποιώντας μαλακή κόλληση, συγκολλήστε τον ξηραντήρα στο σύστημα.
9. Πρεσάρετε το ψυκτικό σύστημα με μίγμα R-22 και άζωτο και ελέγξτε για ύπαρξη τυχόν διαρροών στις περιοχές που έχετε συγκολλήσει.
10. Με τη βοήθεια της αντλίας κενού και του μανομέτρου μέτρησης υποπίεσης, δημιουργήστε κενό στο ψυκτικό σύστημα, όπως ήδη έχετε διδαχθεί.
11. Όταν η υποπίεση (κενό) φθάσει στο επιθυμητό επίπεδο, επαναφορτίστε το ψυκτικό σύστημα, με τις διαδικασίες που έχετε ήδη διδαχθεί.
12. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΝΤΟΣ” και εκκινήστε το σύστημα.
13. Αφήστε το σύστημα να λειτουργήσει για 10 min τουλάχιστον.

14. Με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού σας θερμομέτρου μετρήστε τη θερμοκρασία στις πλευρές εισόδου και εξόδου του φίλτρου-ξηραντήρα.

Σημειώστε τις θερμοκρασίες:

$$\theta_{ΕΙΣ} = \dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{ΕΞ} = \dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Εφόσον το ψυκτικό σύστημα είναι καθαρό, πρέπει να είναι:  $\theta_{ΕΙΣ} = \theta_{ΕΞ}$

15. Σημειώστε την πίεση εξάτμισης (πίεση χαμηλής πλευράς συστήματος)

$$p_{ΕΞ} = \dots\dots \text{ bar}$$

16. Σημειώστε τη θερμοκρασία εξάτμισης:

$$\theta_{ΕΞ} = \dots\dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

17. Σημειώστε την πίεση κατάθλιψης (πίεση υψηλής πλευράς συστήματος)

$$p_{ΚΑΤ} = \dots\dots\dots \text{ bar}$$

18. Σημειώστε τη θερμοκρασία κορεσμού που αντιστοιχεί στην πίεση κατάθλιψης:

$$\theta_{ΚΑΤ} = \dots\dots\dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

19. Να θέσετε το γενικό ηλεκτρικό διακόπτη του ψυκτικού συστήματος στη θέση “ΕΚΤΟΣ”

20. Αποσυνδέστε τα μανόμετρα και τα αισθητήρια θερμοκρασίας από το ψυκτικό σύστημα.

21. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.

22. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

### 7. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

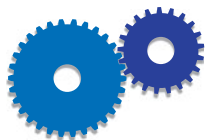
1. Ποιος είναι ο σκοπός των φίλτρων-ξηραντήρων σε ένα στεγανό ψυκτικό σύστημα;

2. Αν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ εισόδου και εξόδου σε ένα φίλτρο-ξηραντήρα.

➤ Τι σημαίνει αυτό;

➤ Τι πρέπει να κάνετε στη συνέχεια;

3. Τι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό πρέπει να έχουν τα φίλτρα στις λεγόμενες Αντλίες-Θερμότητας (Heat-Pumps);



## ΑΣΚΗΣΗ 9η

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (ΦΟΡΤΙΣΗΣ) ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ,  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές:

- Να μάθουν τη διαδικασία που ακολουθείται για την πλήρωση μιας ψυκτικής εγκατάστασης με ψυκτικό ρευστό από την πλευρά της αναρρόφησης.
- Να εξοικειωθούν με τους χειρισμούς που χρειάζονται να γίνουν, για να γίνει σωστά η εργασία αυτή.

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε τις παραγράφους 8.2.1 και 8.2.2 που αναφέρονται στα αμιγή ψυκτικά ρευστά, τα μίγματα και τους κωδικούς χρωματισμούς των ψυκτικών μέσων.
  2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.7, σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας.
- **Πλήρωση ή φόρτιση** ενός ψυκτικού συστήματος λέμε ότι κάνουμε, όταν εισάγουμε όλη τη σωστή ποσότητα ψυκτικού ρευστού σε ένα σύστημα που δεν έχει καθόλου ψυκτικό. Αντίθετα, κάνουμε **προσθήκη ή συμπλήρωση** ψυκτικού, αν στο σύστημα υπάρχει κάποια ποσότητα ψυκτικού, αλλά δεν είναι η σωστή, οπότε εισάγουμε πρόσθετο ψυκτικό, για να γίνει όση χρειάζεται για την κανονική λειτουργία του συστήματος.
  - Λιγότερο ψυκτικό ρευστό απ' όσο χρειάζεται το σύστημα (υπο-πλήρωση) θα προκαλέσει υπερβολικά χαμηλές πιέσεις στην αναρρόφηση του συμπιεστή, μείωση της ψυκτικής ικανότητας, πιθανή υπερθέρμανση του συμπιεστή, υπερβολική κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.
  - Περισσότερο ψυκτικό ρευστό απ' όσο χρειάζεται το σύστημα (υπερ-πλήρωση) θα δημιουργήσει υπερβολικά υψηλές πιέσεις στην κατάθλιψη του

συμπιεστή, άσκοπη καταπόνηση και μείωση της απόδοσης του συμπιεστή, υπερβολική κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.

- Πλήρωση από την πλευρά της αναρρόφησης σημαίνει εισαγωγή του ψυκτικού ρευστού με μορφή ατμού (μέθοδος ατμού), από τη βαλβίδα συντήρησης της αναρρόφησης. Συνιστάται για μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις που εργάζονται με αμιγή ψυκτικά ρευστά ή αζεοτροπικά μίγματα. Η πλήρωση γίνεται από τη βαλβίδα συντήρησης της αναρρόφησης του συμπιεστή.

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

Δεν απαιτούνται.

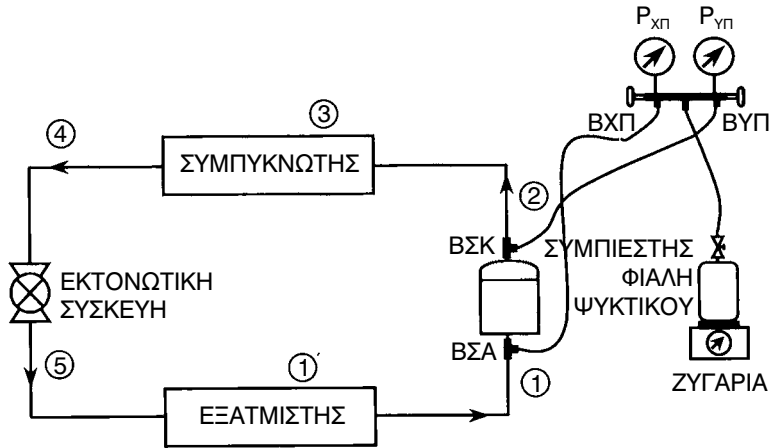
### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ψυκτική μονάδα με ψυκτικό μέσο
- Κάσα μανομέτρων
- Ψυκτικό κλειδί (καστάνια χειρισμού βαλβίδων συντήρησης)
- Φιάλη με το κατάλληλο ψυκτικό μέσο
- Αντλία κενού
- Δοχείο με ζεστό νερό (ή θερμαντική ζώνη με θερμοστάτη ελέγχου, κατάλληλη για τη φιάλη του ψυκτικού)
- (1) θερμόμετρο εμβαπτιζόμενο (για τη θερμοκρασία του νερού)
- Ζυγαριά (δίσκου κοινή ή ηλεκτρονική ή κανταράκι)

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

## 6. Διάταξη άσκησης



ΒΣΑ: Βαλβίδα Συντήρησης Αναρρόφησης (συμπιεστή)

ΒΣΚ: Βαλβίδα Συντήρησης Κατάθλιψης (συμπιεστή)

ΒΧΠ: Βάνα Χαμηλής Πίεσης (μανομέτρου)

ΒΥΠ: Βάνα Υψηλής Πίεσης (μανομέτρου)

## 7. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο γενικός ηλεκτρικός διακόπτης τροφοδοσίας της ψυκτικής μονάδας είναι κλειστός.
2. Συνδέστε την κάσα μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία.
3. Πραγματοποιήστε στο σύστημα κενό, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία [άνω των 735 mm Hg  $\approx$  0,97 bar κενό ή μικρότερη των 3 kPa (απόλυτη)]. Σημειώστε στον Πίνακα Α, το κενό που επιτύχατε.
4. Τοποθετήστε τη φιάλη με το ψυκτικό στη ζυγαριά και γράψτε το βάρος στον Πίνακα Α.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Η φιάλη πρέπει να είναι και να μένει σε όλη τη διάρκεια της φόρτισης σε όρθια θέση, για να είμαστε σίγουροι ότι θα αναρροφηθεί ψυκτικό σε μορφή ατμού από το πάνω μέρος της φιάλης.

5. Κλείστε τις βάνες των μανομέτρων και αφήστε τις βαλβίδες συντήρησης του συμπιεστή σε ενδιάμεση θέση.
6. Αποσυνδέστε την αντλία κενού και συνδέστε τη φιάλη ψυκτικού με το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων, χρησιμοποιώντας τον ελα-

στικό σωλήνα. Σφίξτε καλά το σύνδεσμο (ρακόρ) του σωλήνα πάνω στη βαλβίδα της φιάλης, αλλά αφήστε χαλαρό το ρακόρ πάνω στο μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων (M).

7. Για να περιοριστεί όσο το δυνατόν η εισαγωγή αέρα - άρα και υγρασίας - στο κύκλωμα, εξαερώστε τον ελαστικό σωλήνα από τη φιάλη μέχρι την κάσα μανομέτρων. Για να γίνει αυτό, ανοίξτε λίγο τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού και αφήστε μικρή ποσότητα ψυκτικού να φύγει από το χαλαρό σφίξιμο του μεσαίου συνδέσμου.
8. Σφίξτε καλά το χαλαρό ρακόρ στο μεσαίο σύνδεσμο (M).
9. Ανοίξτε τη βάνα του μανομέτρου χαμηλής (ΒΧΠ) και αφήστε κλειστή τη βάνα του μανομέτρου υψηλής (ΒΥΠ). Αν υπάρχει συλλέκτης υγρού στη μονάδα, οι βαλβίδες του πρέπει να είναι ανοικτές.
10. Ανοίξτε τελείως τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού. Λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ φιάλης και ψυκτικής μονάδας, το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στο σύστημα με μορφή ατμού.
11. Ξεκινήστε τη μονάδα και συνεχίστε τη φόρτιση, μέχρι να εισαχθεί στο σύστημα η κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού και να φορτιστεί πλήρως το σύστημα (Βλ. παρακάτω ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ).

Κατά τη φόρτιση, μην τοποθετείτε **ποτέ** τη βαλβίδα αναρρόφησης του συμπιεστή σε εμπρόσθια θέση (κλειστή), για να επιταχυνθεί η φόρτιση, γιατί έτσι καταπονείται ο συμπιεστής. Η ροή του ατμοποιημένου ψυκτικού προς το σύστημα θα διευκολυνθεί με τοποθέτηση της φιάλης στο δοχείο ζεστού νερού, που θα έχει όμως θερμοκρασία μικρότερη των 50°C ή αν θέσετε σε λειτουργία τη θερμαντική ζώνη με θερμοστάτη. Το ίδιο μπορείτε να κάνετε, αν διαπιστώσετε ότι η ροή του ψυκτικού πάει να σταματήσει, επειδή η διαφορά πίεσης μεταξύ φιάλης και ψυκτικής μονάδας έχει γίνει πολύ μικρή.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Μη θερμαίνετε τη φιάλη με καμινέτο ή με φλόγα οξυγόνου. Υπάρχει κίνδυνος έκρηξης.

12. Σημειώστε το τελικό βάρος της φιάλης και γράψτε το στον Πίνακα Α. Υπολογίστε το βάρος του ψυκτικού που προστέθηκε στο σύστημα από τη διαφορά που θα διαπιστώσετε στη ζυγαριά. Γράψτε το στον Πίνακα Β.
13. Όταν βεβαιωθείτε ότι η μονάδα έχει φορτιστεί πλήρως, κλείστε τη βαλβίδα της φιάλης και μετά τη βάνα του μανομέτρου χαμηλής (ΒΧΠ).

14. Παρακολουθήστε τη λειτουργία της μονάδας για 15 min ακόμη, για να βεβαιωθείτε ότι είναι ικανοποιητική, χωρίς διακυμάνσεις στις πιέσεις ή άλλες ανωμαλίες. Σημειώστε τις τελικές πιέσεις λειτουργίας στον Πίνακα Β.
15. Αποσυνδέστε τη φιάλη και κατόπιν την κάσα μανομέτρων, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία.
16. Διακόψτε τη λειτουργία της μονάδας, όταν σας πει ο καθηγητής σας.

| Πίνακας Α: ΔΕΔΟΜΕΝΑ ή ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ. ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|--------------------|---------|
| Κενό που επιτεύχθηκε στο σύστημα        |                    |         |
| Αρχικό βάρος φιάλης ψυκτικού            |                    |         |
| Τελικό βάρος φιάλης ψυκτικού            |                    |         |

### 8. Τελικοί έλεγχοι

| Πίνακας Β: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ή ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ) | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ. ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|--|--------------------|---------|
| Βάρος ψυκτικού που προστέθηκε  |                    |         |
| Τελική χαμηλή πίεση $P_{\chi\pi}$ (απόλυτη)                            |                    |         |
| Τελική υψηλή πίεση $P_{\gamma\pi}$ (απόλυτη)                           |                    |         |

### 9. Τεχνικές επισημάνσεις

Για να ελέγξουμε και να διαπιστώσουμε τη σωστή φόρτιση, υπάρχουν διάφοροι τρόποι όπως:

- Βρίσκοντας τη συνολική ποσότητα ψυκτικού (πλήρη φόρτο) που πρέπει να έχει το σύστημά μας, από τα τεχνικά στοιχεία που γράφονται στην πινακίδα της μονάδας ή στα τεχνικά φυλλάδια της κατασκευάστριας εταιρείας.
- Ελέγχοντας το δείκτη ροής (γυαλάκι). Συνήθως η παρουσία φυσαλίδων σημαίνει έλλειψη ψυκτικού, δηλ. το σύστημα δεν έχει φορτιστεί πλήρως.



#### **ΠΡΟΣΟΧΗ**

Στην περίπτωση ψυκτικών μιγμάτων είναι πιθανό το σύστημα να είναι φορτισμένο σωστά αλλά να εμφανίζονται λίγες φυσαλίδες.

- Με δείκτη στάθμης στο συλλέκτη ψυκτικού (εάν διαθέτει τέτοιον η εγκατάσταση).
- Με μέτρηση της έντασης του ρεύματος που απορροφά («τραβάει») ο συμπιεστής. Το ρεύμα θα αυξάνεται όσο προχωρά η φόρτιση της εγκατάστασης με ψυκτικό. Όταν η ένταση φθάσει στην τιμή που αναγράφεται στην πινακίδα της μονάδας ή στα τεχνικά φυλλάδια της κατασκευάστριας εταιρείας, τότε σημαίνει ότι η εγκατάσταση έχει τη σωστή ποσότητα ψυκτικού. Η μέτρηση του ρεύματος συνήθως γίνεται με «αμπεροτσιμπίδα», κατάλληλης κλίμακας ενδείξεων.
- Με μέτρηση της υπόψυξης. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του εισερχόμενου ψυκτικού στη μονάδα, αυξάνεται η υπόψυξη. Η φόρτιση συνεχίζεται μέχρι να επιτύχουμε τη συγκεκριμένη - σωστή - υπόψυξη της κανονικής λειτουργίας του συστήματος.
- Με μέτρηση της υπερθέρμανσης. Όσο αυξάνεται η ποσότητα του εισερχόμενου ψυκτικού στη μονάδα, μειώνεται η υπερθέρμανση. Η φόρτιση συνεχίζεται μέχρι να επιτύχουμε τη συγκεκριμένη - σωστή - υπερθέρμανση της κανονικής λειτουργίας του συστήματος.
- Στην αγορά υπάρχουν σύγχρονες τροχήλατες αυτόματες μονάδες φόρτισης ψυκτικού, οι οποίες κάνουν κενό στο σύστημα, εξαερώνουν τη γραμμή φόρτισης και μετρούν με μεγάλη ακρίβεια την επιθυμητή ποσότητα του ψυκτικού που εισέρχεται, αφού βέβαια προηγουμένως έχουν προγραμματιστεί κατάλληλα από το χρήστη.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

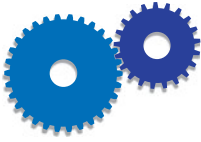
Για λόγους εκπαιδευτικούς, μπορεί να σας ζητηθεί από τον υπεύθυνο καθηγητή σας να φορτίσετε τη μονάδα με ορισμένο βάρος ψυκτικού.

### 10. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Τι είναι κενό και τι απόλυτο κενό; Αναφέρετε δύο μονάδες μέτρησης κενού και τη σχέση μεταξύ τους.
2. Για ποιο λόγο πρέπει να χειρίζεστε τις βαλβίδες συντήρησης του συμπιεστή με το ειδικό ψυκτικό κλειδί (καστάνια);
3. Ποια προβλήματα μπορεί να προκαλέσει η παρουσία ή η διείσδυση αέρα σε ένα ψυκτικό σύστημα;
4. Ποια αποτελέσματα μπορεί να έχει η φόρτιση μιας ψυκτικής εγκατάστασης με λιγότερο ψυκτικό;



5. Η απόσταση μεταξύ συμπυκνωτή και εξατμιστή σε μια ψυκτική εγκατάσταση παίζει ρόλο στην ποσότητα ψυκτικού μέσου που χρειάζεται για την πλήρη φόρτισή της;
6. Εξηγήστε γιατί η υπερβολική θέρμανση της φιάλης ψυκτικού μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.



## ΑΣΚΗΣΗ 10η

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ (ΦΟΡΤΙΣΗΣ) ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΕ ΨΥΚΤΙΚΟ ΡΕΥΣΤΟ,  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΘΛΙΨΗΣ

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές:

- Να μάθουν τη διαδικασία που ακολουθείται για την πλήρωση μιας ψυκτικής εγκατάστασης με ψυκτικό ρευστό από την πλευρά της κατάθλιψης.
- Να εξοικειωθούν με τους χειρισμούς που χρειάζονται να γίνουν, για να γίνει σωστά η εργασία αυτή.

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε τις παραγράφους 8.2.1 και 8.2.2 που αναφέρονται στα αμιγή ψυκτικά ρευστά, τα μίγματα και τους κωδικούς χρωματισμούς των ψυκτικών μέσων.
  2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.7, σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας.
- **Πλήρωση ή φόρτιση** ενός ψυκτικού συστήματος λέμε ότι κάνουμε, όταν εισάγουμε όλη τη σωστή ποσότητα ψυκτικού ρευστού σε ένα σύστημα που δεν έχει καθόλου ψυκτικό. Αντίθετα, κάνουμε **προσθήκη ή συμπλήρωση** ψυκτικού, αν στο σύστημα υπάρχει κάποια ποσότητα ψυκτικού, αλλά δεν είναι η σωστή, δηλ. δεν είναι όση χρειάζεται για την κανονική λειτουργία του συστήματος.
  - Λιγότερο ψυκτικό ρευστό απ' όσο χρειάζεται το σύστημα θα προκαλέσει υπερβολικά χαμηλές πιέσεις στην αναρρόφηση του συμπιεστή, μείωση της ψυκτικής ικανότητας, πιθανή υπερθέρμανση του συμπιεστή, υπερβολική κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.
  - Περισσότερο ψυκτικό ρευστό απ' όσο χρειάζεται το σύστημα θα δημιουργήσει υπερβολικά υψηλές πιέσεις στην κατάθλιψη του συμπιεστή,

άσκοπη καταπόνηση και μείωση της απόδοσης του συμπιεστή, υπερβολική κατανάλωση ενέργειας κ.λπ.

- Πλήρωση από την πλευρά της κατάθλιψης σημαίνει εισαγωγή του ψυκτικού ρευστού σε υγρή κατάσταση (μέθοδος υγρού). Με τον τρόπο αυτό γεμίζει γρηγορότερα το σύστημα. Συνιστάται για μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις που εργάζονται με αμιγή ψυκτικά ρευστά ή αζεοτροπικά μίγματα και σε όλες τις εγκαταστάσεις που εργάζονται με ζεοτροπικά ή σχεδόν αζεοτροπικά μίγματα. Η πλήρωση γίνεται είτε από τη βαλβίδα συντήρησης της κατάθλιψης του συμπιεστή είτε από την ειδική βαλβίδα του συλλέκτη υγρού (αν υπάρχει τέτοια στην εγκατάσταση).

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

Δεν απαιτούνται.

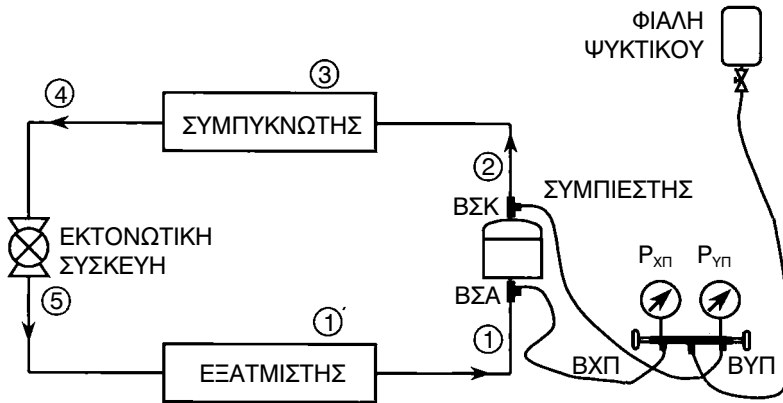
### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ψυκτική μονάδα με ψυκτικό μέσο
- Κάσα μανομέτρων
- Ψυκτικό κλειδί (καστάνια χειρισμού βαλβίδων συντήρησης)
- Φιάλη με το κατάλληλο ψυκτικό μέσο
- Αντλία κενού
- Ζυγαριά (δίσκου κοινή ή ηλεκτρονική ή κανταράκι)

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

## 6. Διάταξη άσκησης



*BΣΑ: Βαλβίδα Συντήρησης Αναρρόφησης (συμπιεστή)*  
*BΣΚ: Βαλβίδα Συντήρησης Κατάθλιψης (συμπιεστή)*  
*BΧΠ: Βάνα Χαμηλής Πίεσης (μανομέτρου)*  
*ΒΥΠ: Βάνα Υψηλής Πίεσης (μανομέτρου)*

## 7. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο γενικός ηλεκτρικός διακόπτης τροφοδοσίας της ψυκτικής μονάδας είναι κλειστός.
2. Συνδέστε την κάσα μανομέτρων στην ψυκτική μονάδα, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία.
3. Πραγματοποιήστε στο σύστημα κενό, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία [άνω των 735 mm Hg  $\approx$  0,97 bar κενό ή μικρότερη των 3 kPa (απόλυτη)]. Σημειώστε στον Πίνακα Α, το κενό που επιτύχατε.
4. Τοποθετήστε τη φιάλη με το ψυκτικό στη ζυγαριά και γράψτε το βάρος στον Πίνακα Α.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Η φιάλη πρέπει να είναι και να μένει σε όλη τη διάρκεια της φόρτισης σε αντεστραμμένη θέση, για να είμαστε σίγουροι ότι θα διοχετευθεί ψυκτικό σε μορφή υγρού. Αν υπάρχει στη φιάλη γεμίσματος η ειδική βαλβίδα δύο εξόδων, τότε θα έχετε τη φιάλη του ψυκτικού ρευστού σε όρθια θέση και θα τοποθετήσετε τη βαλβίδα στην κατάλληλη θέση, για εξαγωγή υγρού.

5. Κλείστε τις βάνες των μανομέτρων και αφήστε τις βαλβίδες συντήρησης του συμπιεστή σε ενδιάμεση θέση.

6. Αποσυνδέστε την αντλία κενού και συνδέστε τη φιάλη ψυκτικού με το μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων, χρησιμοποιώντας τον ελαστικό σωλήνα. Σφίξτε καλά το σύνδεσμο (ρακόρ) του σωλήνα πάνω στη βαλβίδα της φιάλης, αλλά αφήστε χαλαρό το ρακόρ πάνω στο μεσαίο σύνδεσμο της κάσας μανομέτρων (M).
7. Για να περιοριστεί όσο το δυνατόν η εισαγωγή αέρα - άρα και υγρασίας - στο κύκλωμα, εξαερώστε τον ελαστικό σωλήνα από τη φιάλη μέχρι την κάσα μανομέτρων. Για να γίνει αυτό, ανοίξτε λίγο τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού και αφήστε μικρή ποσότητα ψυκτικού να φύγει από το χαλαρό σφίξιμο του μεσαίου συνδέσμου.
8. Σφίξτε καλά το χαλαρό ρακόρ στο μεσαίο σύνδεσμο (M).
9. Ανοίξτε τη βάνα του μανομέτρου υψηλής (ΒΥΠ) και αφήστε κλειστή τη βάνα του μανομέτρου χαμηλής (ΒΧΠ). Αν υπάρχει συλλέκτης υγρού στη μονάδα, οι βαλβίδες του πρέπει να είναι ανοικτές.
10. Ανοίξτε τελειώς τη βαλβίδα της φιάλης ψυκτικού. Λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ φιάλης και ψυκτικής μονάδας, το ψυκτικό υγρό εισέρχεται στο σύστημα και γεμίζει την πλευρά της κατάθλιψης (συμπυκνωτής, σωληνώσεις, συλλέκτης υγρού).
11. Περιμένετε μέχρι να εξισωθούν οι πιέσεις φιάλης και μονάδας και τότε κλείστε τη βάνα του μανομέτρου υψηλής (ΒΥΠ) και τη βαλβίδα της φιάλης.
12. Ζυγίστε τη φιάλη και γράψτε το βάρος στον Πίνακα Α. Υπολογίστε το βάρος του ψυκτικού που διοχετεύτηκε στο σύστημα και γράψτε το στον Πίνακα Β.
13. Ξεκινήστε τη μονάδα και παρακολουθήστε τις πιέσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης.
14. Αν οι πιέσεις δεν είναι οι προβλεπόμενες από τα τεχνικά στοιχεία λειτουργίας του συστήματος, θα πρέπει να προστεθεί και άλλο ψυκτικό στο σύστημα. Γι' αυτό θα πρέπει να επαναλάβετε την προηγούμενη διαδικασία, αφού προηγουμένως σταματήσετε τη λειτουργία του συμπιεστή.
15. Συνεχίστε τη φόρτιση, μέχρι να εισαχθεί στο σύστημα η κατάλληλη ποσότητα ψυκτικού και να φορτιστεί πλήρως το σύστημα (Βλ. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ στην 9η Άσκηση).
16. Σημειώστε το τελικό βάρος της φιάλης και γράψτε το στον Πίνακα Α. Υπολογίστε το βάρος του ψυκτικού που προστέθηκε στο σύστημα

από τη διαφορά που θα διαπιστώσετε στη ζυγαριά. Γράψτε το στον Πίνακα Β.

17. Παρακολουθήστε τη λειτουργία της μονάδας για 15 min ακόμη, για να βεβαιωθείτε ότι είναι ικανοποιητική, χωρίς διακυμάνσεις στις πιέσεις ή άλλες ανωμαλίες. Σημειώστε τις τελικές πιέσεις λειτουργίας στον Πίνακα Β.
18. Αποσυνδέστε τη φιάλη και κατόπιν την κάσα μανομέτρων, ακολουθώντας τη γνωστή διαδικασία.
19. Διακόψτε τη λειτουργία της μονάδας, όταν σας πει ο καθηγητής σας.

| Πίνακας Α: ΔΕΔΟΜΕΝΑ<br>ή ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|--|-----------------------|---------|
| Κενό που επιτεύχθηκε στο σύστημα           |                       |         |
| Αρχικό βάρος φιάλης ψυκτικού               |                       |         |
| Βάρος φιάλης στον 1° έλεγχο λειτουργίας    |                       |         |
| Βάρος φιάλης στο 2° έλεγχο λειτουργίας     |                       |         |
| Τελικό βάρος φιάλης ψυκτικού               |                       |         |

### 8. Τεχνικοί έλεγχοι δοκιμίου ή έργου

| Πίνακας Β: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ ή<br>ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ) | ΤΙΜΗ/ΜΟΝ.<br>ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΕΛΕΓΧΟΣ |
|---|-----------------------|---------|
| Βάρος ψυκτικού μέσου που προστέθηκε στον 1ο έλεγχο λειτουργίας            |                       |         |
| Βάρος ψυκτικού μέσου που προστέθηκε στο 2ο έλεγχο λειτουργίας             |                       |         |
| Βάρος ψυκτικού μέσου που προστέθηκε τελικά                                |                       |         |
| Τελική χαμηλή πίεση $P_{\chi\eta}$ (απόλυτη)                              |                       |         |
| Τελική υψηλή πίεση $P_{\gamma\eta}$ (απόλυτη)                             |                       |         |

### 9. Τεχνικές επισημάνσεις

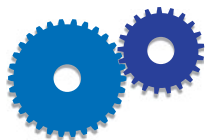
**Γενικές οδηγίες γεμίσματος εγκατάστασης με ζεοτροπικά ή σχεδόν αζεοτροπικά μίγματα:**

- Η πλήρωση του ψυκτικού κυκλώματος **γίνεται πάντα και μόνο με το ψυκτικό στην υγρή του φάση**. Γι' αυτό, η μπουκάλια γεμίσματος καλό είναι να έχει μία βαλβίδα δύο εξόδων, ώστε να μπορεί να αφαιρεθεί το ψυκτικό ρευστό ή σε αέρια ή σε υγρή μορφή, χωρίς να χρειαστεί αναποδογύρισμα της μπουκάλιας. Αν δεν υπάρχει αυτή η βαλβίδα, πρέπει η φιάλη να αναποδογυριστεί, για να εξασφαλιστεί ότι το σύστημα θα γεμίσει με υγρό ψυκτικό.
- Για να μην αλλάζει σημαντικά η σύσταση του μίγματος, η φιάλη γεμίσματος να διατηρείται σε θερμοκρασία κάτω των 30 °C.
- Αν η θερμοκρασία της φιάλης, που χρησιμοποιείται για πολλά γεμίσματα, ανέβει πάνω από 30 °C, τότε το τελευταίο υγρό που μένει στο δοχείο (περίπου στο 10%) είναι πιθανόν να έχει λίγο διαφορετική σύνθεση κατά βάρος των συστατικών του. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο με τη συναίνεση του πελάτη.
- Αν σε μια φιάλη έχει μείνει πάνω από 20% ψυκτικό ρευστό, επιτρέπεται να το χρησιμοποιήσουμε **όλο** για να γεμίσουμε **πλήρως ένα** ψυκτικό σύστημα. (Αν περιέχει λιγότερο και το χρησιμοποιήσουμε για το γέμισμα ενός ψυκτικού κυκλώματος, θα έχουμε τη σύσταση του ψυκτικού μέσου εκτός προδιαγραφών).
- Με ένα ή περισσότερα δοχεία μπορούμε να γεμίσουμε ένα μεγάλο ψυκτικό σύστημα, αδειάζοντάς τα τελείως, χωρίς να έχουμε αλλαγή στη σύσταση του ψυκτικού μέσου.
- Ατμοί ψυκτικού μέσου, που απομένουν σε αδειασμένη φιάλη, δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για πλήρωση ή συμπλήρωση ψυκτικού συστήματος, εκτός αν το βάρος τους δεν είναι μεγαλύτερο από το 20% του συνολικού φόρτου ψυκτικού μέσου του συστήματος.
- ΓΕΝΙΚΑ, η πείρα έχει δείξει ότι, **αν τηρούνται τα παραπάνω, η απόδοση του συστήματος δεν θα επηρεαστεί σχεδόν καθόλου, από την ελαφρά αλλαγμένη σύσταση που πιθανόν θα έχει το σχεδόν αζεοτροπικό ή ζεοτροπικό ψυκτικό μέσο.**

### 10. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Πότε λέμε ότι ένα ψυκτικό σύστημα έχει φθάσει σε ικανοποιητικό κενό;
2. Για ποιο λόγο πρέπει να ξανατοποθετείτε τα καπάκια των βαλβίδων συντήρησης του συμπιεστή στη θέση τους, μετά το τέλος της εργασίας σας;
3. Γιατί τα σχεδόν αζεοτροπικά ή ζεοτροπικά ψυκτικά μέσα πρέπει να εισάγονται στο ψυκτικό σύστημα μόνο σε υγρή φάση;
4. Ποια αποτελέσματα μπορεί να έχει η φόρτιση μιας ψυκτικής εγκατάστασης με περισσότερο ψυκτικό;
5. «Αφού η ψυκτική ισχύς δίνεται από τη σχέση  $\dot{Q}_\psi = \dot{m} \cdot (h_1 - h_5)$ , έπεται ότι όσο μεγαλύτερη ποσότητα ψυκτικού μέσου υπάρχει σε μια ψυκτική διάταξη, τόσο μεγαλύτερη ψυκτική ισχύ έχει η διάταξη». Ποιο είναι το λάθος στον παραπάνω συλλογισμό;
6. Ποια είναι η μέγιστη θερμοκρασία που επιτρέπεται να έχει ένας χώρος που φυλάσσονται φιάλες με ψυκτικά ρευστά; Ο χώρος αυτός πρέπει να έχει υψηλή υγρασία ή όχι;





## ΑΣΚΗΣΗ 11η

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΑΛΑΙΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ CFCs ΜΕ ΝΕΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν:

- Να μάθουν τη διαδικασία που ακολουθείται για την αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών ρευστών CFCs με νέα οικολογικά.
- Να κατανοήσουν τη σημασία της κάθε ενέργειας σ' αυτή τη διαδικασία, ώστε η εγκατάσταση να λειτουργήσει κανονικά και αποδοτικά μετά την αντικατάσταση του ψυκτικού ρευστού.
- Να εξοικειωθούν με τους χειρισμούς που χρειάζονται να γίνουν, για να γίνει σωστά η εργασία αυτή.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.2.4, σχετικά με την ανίχνευση διαρροών ψυκτικών ρευστών.
2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε τις παραγράφους 8.3 και 8.5, που αναφέρονται στα πιο διαδεδομένα συμβατικά (παλαιά) ψυκτικά ρευστά και στα οικολογικά (νέα) ψυκτικά ρευστά.
3. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.6, που αναφέρεται στην αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών ρευστών με νέα οικολογικά.
4. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.7, σχετικά με τα μέτρα ασφάλειας και προστασίας.

#### 3. Απαιτούμενα υλικά

- Δοχείο με το καινούργιο ψυκτέλαιο
- Φιάλη νέου ψυκτικού
- Νέο φίλτρο/αφυγραντήρα

#### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχάνηματα - Συσκευές

- Ψυκτική μονάδα με ψυκτικό μέσο συμβατικό (παλαιό)
- Κάσα μανομέτρων
- Ψυκτικό κλειδί (καστάνια χειρισμού βαλβίδων συντήρησης)
- Αντλία κενού
- Ζυγαριά (δίσκου κοινή ή ηλεκτρονική ή κανταράκι)
- Αρκετά θερμόμετρα (επαφής - εμβάπτισης - ψηφιακά κ.λπ.)
- Μονάδα ανάκτησης ψυκτικού με μπουκάλια
- Δοχείο για το παλαιό ψυκτέλαιο
- Ανιχνευτής διαρροών
- Ταμπελάκια (για την αναγραφή του είδους και της ποσότητας νέου ψυκτικού και ψυκτελαίου).

#### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

#### 6. Πορεία εργασίας

1. Καταγράψτε τα τεχνικά χαρακτηριστικά της υπάρχουσας εγκατάστασης, συμπληρώνοντας τον Πίνακα Α: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.
2. Ελέγξτε την **κανονική λειτουργία** της υπάρχουσας εγκατάστασης και **καταγράψτε** τις θερμοκρασίες, πιέσεις κ.λπ. σε διάφορα σημεία της (εξατμιστή, συμπυκνωτή, αναρρόφηση και κατάθλιψη του συμπιεστή, υπερθέρμανση, υπόψυξη κ.λπ.). Βεβαιωθείτε ότι η εγκατάσταση περιέχει το **σωστό φόρτο ψυκτικού μέσου και ψυκτελαίου**. Καταγράψτε τα χαρακτηριστικά λειτουργίας της υπάρχουσας εγκατάστασης, συμπληρώνοντας κατάλληλα την α. στήλη του ΠΙΝΑΚΑ Β.
3. Αδειάστε το υπάρχον παλιό ψυκτέλαιο από το σύστημα και μετρήστε τον όγκο που αδειάσατε. Αφήστε το παλιό ψυκτικό CFC μέσα στο σύστημα. Μετρήστε και σημειώστε στον Πίνακα Β. το συνολικό όγκο του ψυκτελαίου που αφαιρέσατε. Συγκρίνετε αυτόν τον όγκο με εκείνον που προβλέπει ο κατασκευαστής του συστήματος, για να βεβαιωθείτε ότι έχει αφαιρεθεί το μεγαλύτερο ποσοστό παλαιού ψυκτελαίου. Σε κάθε περίπτωση, οπωσδήποτε πρέπει να βεβαιωθείτε ότι έχει αδειάσει πάνω από το 50% του λιπαντικού, σ' αυτή τη φάση.

- Αν ο συμπιεστής δεν έχει τάπα αδειάσματος, τότε θα χρειαστεί να αποσυνδέσετε το συμπιεστή, αφού πρώτα συλλέξετε κατάλληλα το υπάρχον ψυκτικό μέσο CFC. Σ' αυτήν την περίπτωση, το ψυκτέλαιο το αδειάζετε από την αναρρόφηση του συμπιεστή, αναποδογυρίζοντάς τον. Συνήθως έτσι επιτυγχάνουμε να αδειάσουμε το 90% του υπάρχοντος ψυκτελαίου.
  - Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, μπορεί να χρειαστεί άδειασμα ψυκτελαίου από περισσότερα σημεία του κυκλώματος, ειδικά σε χαμηλές θέσεις γύρω από τον εξαμιστή. Αν υπάρχει διαχωριστής ψυκτελαίου, πρέπει επίσης να αδειάσει κι αυτός καλά.
4. Να προσθέσετε νέο πολυεστερικό ψυκτέλαιο, ίσου όγκου με αυτό που αδειάσατε στο Βήμα 3. Λειτουργήστε το σύστημα για περίπου 48 ώρες.
- Βεβαιωθείτε ότι το νέο ψυκτέλαιο είναι κατάλληλο για τον υπάρχοντα συμπιεστή και το νέο ψυκτικό ρευστό.
  - Μπορεί να απαιτείται λειτουργία για λιγότερο ή περισσότερο από 48 ώρες σ' αυτή τη φάση, αλλά αυτό εξαρτάται από το ψυκτικό ρευστό και το ψυκτέλαιο (π.χ. κατά την αντικατάσταση R-12 με R-134a απαιτείται γενικά μικρότερος χρόνος λειτουργίας απ' ό,τι στην περίπτωση αντικατάστασης R-22 με R-407C).
5. Αδειάστε το πολυεστερικό ψυκτέλαιο και επαναλάβετε τα Βήματα 3 και 4, δύο ακόμη φορές τουλάχιστον. Συνεχίστε, έως ότου βεβαιωθείτε ότι το παλιό ψυκτέλαιο που παραμένει στο σύστημα είναι λιγότερο από 5% κατά βάρος ή και πιο λίγο, όπως συνιστά ο κατασκευαστής του συμπιεστή (ανάλογα με το υπάρχον ψυκτικό και το νέο ψυκτέλαιο που προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί). Γράψτε τις αντίστοιχες ποσότητες ψυκτελαίου στον Πίνακα Β.
6. Ανακτήστε το παλαιό ψυκτικό CFC, μέσα σε κατάλληλο δοχείο.
- Η συσκευή ανάκτησης πρέπει να είναι ικανή να δημιουργήσει κενό της τάξης των 500-250 mm Hg ή 34-67 kPa.
  - Καλό είναι να ζυγίζετε το ψυκτικό μέσο που αφαιρέσατε, ειδικά αν δεν ξέρετε το σωστό φόρτο του ψυκτικού.
7. Τοποθετήστε και επανασυνδέστε το συμπιεστή (εάν βέβαια αποσυνδέθηκε στο Βήμα 3).
8. Αντικαταστήστε το φίλτρο/αφυγραντήρα, με άλλο καινούργιο και κατάλληλο για το νέο ψυκτικό που θα χρησιμοποιήσετε.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε φίλτρο/αφυγραντήρα απορριπτόμενο είτε λυόμενου τύπου, αλλά σε κάθε περίπτωση πρέπει να επι-

βεβαιώσετε ότι το αφυγραντικό υλικό που περιέχεται σ' αυτό είναι συμβατό με το νέο ψυκτικό ρευστό.

9. Εκκενώστε (με αντλία κενού) το σύστημα και ελέγξτε τη στεγανότητά του με οποιοδήποτε γνωστό τρόπο.
  - Για να αφαιρεθεί ο αέρας ή μη συμπυκνωμένοι ατμοί μέσα από το σύστημα, είναι απαραίτητο να κάνετε κενό, φθάνοντας σε σχεδόν απόλυτο κενό (περίπου 759 mm Hg κενό ή 0,14 kPa απόλυτη  $\approx$  1000 microns).
  - Αν δεν μπορείτε να φθάσετε το κενό στα παραπάνω επίπεδα, σημαίνει ότι το σύστημά σας δεν είναι στεγανό σε κάποια σημεία και πρέπει να το ελέγξετε προσεκτικά, για να εντοπίσετε και να επισκευάσετε τα σημεία αυτά.
10. Γεμίστε το σύστημα με την κατάλληλη ποσότητα νέου ψυκτικού HCF.
  - Συνήθως απαιτείται λιγότερο ψυκτικό σε σχέση με το υπάρχον στο σύστημα παλιό ψυκτικό CFC, αλλά αυτό εξαρτάται από το ψυκτικό ρευστό HCF, το σχεδιασμό και την έκταση του συστήματος και τις συνθήκες λειτουργίας (π.χ. κατά την αντικατάσταση R-12 με R-134a ή κατά την αντικατάσταση R-502 με R-404A, χρειάζεται περίπου 10%-25% λιγότερο βάρος νέου ψυκτικού ρευστού σε σχέση με το παλιό, ενώ κατά την αντικατάσταση R-22 με R-407C, χρειάζεται περίπου 5%-10% λιγότερο).
  - Γεμίστε αρχικά το σύστημα από την πλευρά υψηλής πίεσης, με το συμπιεστή σταματημένο, μέχρις ότου η πίεση στο σύστημα και η πίεση στη φιάλη (μπουκάλια) γίνουν ίσες.
  - Κατόπιν συνδέστε την πλήρωση από την πλευρά της αναρρόφησης (χαμηλής πίεσης), ξεκινήστε το συμπιεστή και γεμίστε αργά το σύστημα από την αναρρόφηση με το υπόλοιπο ψυκτικό. Συνιστάται να γεμίζεται το σύστημα, σ' αυτή τη φάση, μόνο με το 80% περίπου του βάρους του αρχικού ψυκτικού ρευστού.



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Πριν ξεκινήσετε το σύστημα με το νέο ψυκτικό, ελέγξτε και επιβεβαιώστε μήπως χρειάζεται να κάνετε **νέες ρυθμίσεις** στους πρεσοστάτες υψηλής και χαμηλής πίεσης, συμβουλευόμενοι τον κατασκευαστή του συμπιεστή (Βλέπε και παρακάτω στο Βήμα 11).



## ΠΡΟΣΟΧΗ

**Τα μίγματα ψυκτικών ρευστών επιβάλλεται να «φορτώνονται» μόνο από την υγρή τους φάση** (π.χ. το R-404A και το R-407C). Σ' αυτήν την περίπτωση, η πλήρωση από την πλευρά χαμηλής με το συμπιεστή σε λειτουργία πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας την κατάλληλη βαλβίδα που δίνει το ψυκτικό εξατμισμένο (σε μορφή ατμού) και μάλιστα με πολύ αργό ρυθμό, ώστε να προλαβαίνει να εξατμίζεται πλήρως, πριν εισέλθει στον συμπιεστή. (Καλό είναι να χρησιμοποιείται βοηθητικά και ένα γυαλάκι-δείκτης ροής).

11. Ξεκινήστε το σύστημα και ρυθμίστε την ποσότητα του ψυκτικού.

- Ελέγξτε πρώτα μήπως υπάρχουν διαρροές και ότι η στάθμη λαδιού στο συμπιεστή είναι εντάξει.
- Μετά τη σταθεροποίηση της λειτουργίας του συστήματος, συμβουλευτείτε τα διαγράμματα P-h ή σχετικούς Πίνακες του νέου ψυκτικού, για να συγκρίνετε τις πιέσεις και τις θερμοκρασίες λειτουργίας σε σχέση με τις απαιτούμενες.
- Με τη νέα λειτουργία του συστήματος θα πρέπει να επιτύχετε την ίδια περίπου θερμοκρασία εξατμισμού, που είχε και το αρχικό σύστημα (κάτω από ορισμένες συνθήκες). Επομένως, από τα διαγράμματα P-h ή σχετικούς Πίνακες του νέου ψυκτικού, πρέπει να βρείτε πόση πρέπει να είναι η χαμηλή πίεση (αναρρόφησης) που αντιστοιχεί σ' αυτή τη θερμοκρασία. Σ' αυτήν τη χαμηλή πίεση πρέπει να λειτουργεί το σύστημα με το νέο ψυκτικό.
- Η υπερθέρμανση και η υπόψυξη ρυθμίζονται με τον ίδιο τρόπο, όπως και στα συμβατικά ψυκτικά, αλλά με μια διαφορά: Στην περίπτωση που το νέο ψυκτικό μέσο είναι ζεοτροπικό ή σχεδόν αζεοτροπικό μίγμα (Σειράς 400) η υπερθέρμανση μετρείται πάνω από τη θερμοκρασία κορεσμένου ατμού - dew point στη χαμηλή πίεση, ενώ η υπόψυξη κάτω από τη θερμοκρασία κορεσμένου υγρού - bubble point στην υψηλή πίεση. Σε ορισμένες περιπτώσεις θα χρειαστεί και αλλαγή της εκτονωτικής συσκευής.
- Αν υπάρχουν αποκλίσεις που οφείλονται σε έλλειψη ψυκτικού, προσθέστε κι άλλο, αλλά με πολύ βραδύ ρυθμό (προσθέτετε κάθε φορά 2-3% επιπλέον ψυκτικό ρευστό). Τα νέα ψυκτικά ρευστά είναι αρκετά πιο δύσκολα στη ρύθμιση της σωστής ποσότητας κατά το γέμισμα της εγκατάστασης. Η απόδοση του συστήματος θα αλλάξει γρήγορα

και έντονα στις περιπτώσεις που θα υπάρχει λιγότερο ή περισσότερο ψυκτικό από το κανονικό (υπο-πλήρωση και υπερ-πλήρωση αντίστοιχα).

- Για μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης, είναι χρήσιμο να παρακολουθούμε το γυαλάκι επιθεώρησης στη γραμμή υγρού, αλλά για σιγουριά θα πρέπει να διαπιστωθεί το σωστό γέμισμα και η κανονική λειτουργία της εγκατάστασης με μετρήσεις πιέσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης, θερμοκρασιών αναρρόφησης και συμπύκνωσης, της υπερθέρμανσης, του ρεύματος που απορροφά ο συμπιεστής κ.λπ.). Προσοχή, γιατί, μερικές φορές, προσπαθώντας να επιτύχουμε να είμαστε τελείως καθαρό (χωρίς φυσαλίδες) το γυαλάκι, οδηγούμαστε σε υπερ-πλήρωση του συστήματος.

12. Γράψετε μια πινακίδα με στοιχεία για το νέο ψυκτικό ρευστό και το ψυκτέλαιο που χρησιμοποιήσατε και τοποθετήστε τη σε εμφανές σημείο.

|                    | Πίνακας Α: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ     |                     |
|--------------------|---|---------------------|
| ΣΥΣΤΗΜΑ            | Κατασκευαστής συστήματος                  |                     |
|                    | Τύπος (Μοντέλο)                           |                     |
|                    | Αριθμός σειράς                            |                     |
|                    | Ψυκτική ισχύς (ικανότητα)                 |                     |
|                    | Ψυκτικό ρευστό (υπάρχον)                  |                     |
|                    | Κανονικός φόρτος ψυκτικού (υπάρχοντος)    | ..... lb = ..... kg |
| ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ         | Κατασκευαστής συμπιεστή                   |                     |
|                    | Τύπος (Μοντέλο)                           |                     |
|                    | Αριθμός σειράς                            |                     |
|                    | Είδος/Τύπος ψυκτελαίου (υπάρχοντος)       |                     |
|                    | Κανονικός φόρτος ψυκτελαίου (υπάρχοντος)  | ..... lb = ..... kg |
|                    | Ρεύμα πλήρους φορτίου συμπιεστή (FLA)     | ..... lb = ..... kg |
|                    | Εξαμιστής: Ψυχόμενο μέσο (αέρας ή νερό)   |                     |
|                    | Συμπυκνωτής (αερόψυκτος ή υδρόψυκτος)     |                     |
|                    | Εκτονωτική συσκευή (τριχοειδής ή βαλβίδα) |                     |
| ΕΚΤΟΝΩΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ | Κατασκευαστής εκτονωτικής βαλβίδας        |                     |
|                    | Τύπος (Μοντέλο)                           |                     |
|                    | Είδος                                     | ..... °F = ..... °C |
|                    | Ρύθμιση ..... °F = ..... °C               |                     |
|                    | Θέση αισθητήρα                            |                     |
| ΦΙΛΤΡΟ             | Κατασκευαστής φίλτρου-αφυγρανήρα          |                     |
|                    | Τύπος (Μοντέλο)                           |                     |
|                    | Είδος (Λυόμενο ή μιας χρήσης)             |                     |
| ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ     |   |                     |

**7. Τελικοί έλεγχοι**

| <b>Πίνακας Β: ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ<br/>ή ΑΠΟ ΑΝΑΓΝΩΣΗ (ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ)</b> | <b>ΜΕ ΥΠΑΡΧΟΝ<br/>ΨΥΚΤΙΚΟ</b> | <b>ΜΕ ΝΕΟ<br/>ΨΥΚΤΙΚΟ</b> |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| Ψυκτικό ρευστό  |                               |                           |
| Φόρτος ψυκτικού ρευστού   |                               |                           |
| Είδος/Τύπος ψυκτελαίου  |                               |                           |
| Φόρτος ψυκτελαίου στην 1η αλλαγή  |                               |                           |
| Φόρτος ψυκτελαίου στη 2η αλλαγή   |                               |                           |
| Φόρτος ψυκτελαίου, τελικός  |                               |                           |
| Θερμοκρασία περιβάλλοντος   |                               |                           |
| Σχετική υγρασία περιβάλλοντος   |                               |                           |
| Θερμοκρασία αναρρόφησης συμπιεστή $\theta_{\theta}$                               |                               |                           |
| Χαμηλή πίεση $P_{\chi\pi}$  |                               |                           |
| Θερμοκρασία εκφόρτισης συμπιεστή $\theta_{\eta}$                                  |                               |                           |
| Υψηλή πίεση $P_{\gamma\pi}$   |                               |                           |
| Θερμοκρασία εισόδου ψυκτικού στον εξατμιστή $\theta_5$                            |                               |                           |
| Θερμοκρασία εξόδου ψυκτικού στον εξατμιστή $\theta_E$                             |                               |                           |
| Υπερθέρμανση ( $\theta_{\theta} - \theta_E$ )                                     |                               |                           |
| Θερμοκρασία εισόδου αέρα/νερού στον εξατμιστή                                     |                               |                           |
| Θερμοκρασία εξόδου αέρα/νερού στον εξατμιστή                                      |                               |                           |
| Θερμοκρασία εισόδου ψυκτικού στο συμπ/ωτή $\theta_{\epsilon\sigma}$               |                               |                           |
| Θερμοκρασία εξόδου ψυκτικού στο συμπ/ωτή $\theta_4$                               |                               |                           |
| Θερμοκρασία εισόδου αέρα/νερού στο συμπ/ωτή                                       |                               |                           |
| Θερμοκρασία εξόδου αέρα/νερού στο συμπ/ωτή  |                               |                           |
| Απορροφούμενο ρεύμα στο συμπιεστή   |                               |                           |
| Παρατηρήσεις:   |                               |                           |

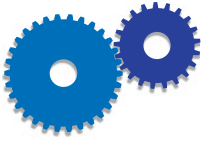


### **8. Τεχνικές επισημάνσεις**

Για λόγους εκπαιδευτικούς, μπορεί να ζητηθεί, από τον υπεύθυνο καθηγητή σας, να καταγράψετε ορισμένα μόνο από τα μεγέθη και τα τεχνικά στοιχεία που περιλαμβάνονται στους Πίνακες Α και Β.

### **9. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Γιατί πρέπει να αλλάζετε και το ψυκτέλαιο σε ένα σύστημα στο οποίο κάνετε αντικατάσταση συμβατικού ψυκτικού ρευστού με οικολογικό; Τι είδους ψυκτέλαιο θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε;
2. Για ποιους λόγους πρέπει να προσπαθήσετε να επιτύχετε υψηλό κενό, ειδικά κατά την αντικατάσταση συμβατικού ψυκτικού ρευστού με οικολογικό;
3. «Η σωστή φόρτιση μιας ψυκτικής εγκατάστασης με νέο ψυκτικό ρευστό έχει μεγαλύτερη σημασία απ' ό,τι η σωστή φόρτιση μιας παρόμοιας εγκατάστασης με συμβατικό ψυκτικό ρευστό». Είναι σωστή η παραπάνω πρόταση και γιατί;
4. Πώς θα βεβαιωθείτε ότι το φίλτρο/αφυγραντήρας που θα χρησιμοποιήσετε σε μια διαδικασία αντικατάστασης ψυκτικού μέσου είναι κατάλληλος για το νέο ψυκτικό ρευστό;
5. Εξηγήστε γιατί η χαμηλή πίεση λειτουργίας  $P_{\chi\pi}$  μιας ψυκτικής διάταξης στην οποία έχει αντικατασταθεί το παλιό ψυκτικό με οικολογικό δεν θα είναι ίδια με την  $P_{\chi\pi}$  της διάταξης πριν την αντικατάσταση (στις περισσότερες περιπτώσεις).
6. Για ποιους λόγους είναι προτιμότερο να προσθέσετε στην εγκατάσταση το νέο ψυκτικό ρευστό σταδιακά (δηλ. με μικρές ποσότητες ψυκτικού μέσου κάθε φορά και έλεγχο λειτουργίας) παρά να προσθέσετε αμέσως πολύ ψυκτικό για εξοικονόμηση χρόνου;



## ΑΣΚΗΣΗ 12η

*ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ - ΔΙΑΡΡΩΩΝ*

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να εξασκηθούν:

- Στην κατασκευή δικτύου σωληνώσεων με βάση ένα σχέδιο.
- Στην προμέτρηση υλικών και παραγγελία.
- Στον εσωτερικό καθαρισμό του δικτύου με φύσηγμα.
- Στον έλεγχο στεγανότητας του δικτύου σωληνώσεων και την αποκατάσταση τυχόν αστοχίας.
- Στον έλεγχο διαρροών ψυκτικού ρευστού και την αποκατάσταση.

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες ή αναφορά σε παραγράφους του βιβλίου

1. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης I» διαβάστε τις παραγράφους που αναφέρονται στην κατασκευή δικτύου σωληνώσεων και στις μεθόδους κοπής και συγκόλλησης.
2. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 9.6 που αναφέρεται στον έλεγχο των σωληνώσεων.
3. Από το Βιβλίο «Εγκαταστάσεις Ψύξης II» διαβάστε την παράγραφο 8.2.4 που αναφέρεται στα όργανα ελέγχου διαρροών ψυκτικού μέσου.
4. Διαβάστε τις πληροφορίες που αναφέρονται στις Ασκήσεις 9 και 10 “Πλήρωση ή φόρτιση ψυκτικού συστήματος”.

### 3. Απαιτούμενα υλικά

- Χαλκοσωλήνας
- Εξαρτήματα (καμπύλες, ρακόρ κ.λπ.)
- Βαλβίδες
- Υλικά ασημοκόλλησης
- Απορρυπαντικό υγρό (για σαπουνάδα)
- Υλικά καθαρισμού εξαρτημάτων - άκρων συγκόλλησης

#### **4. Απαιτούμενα εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

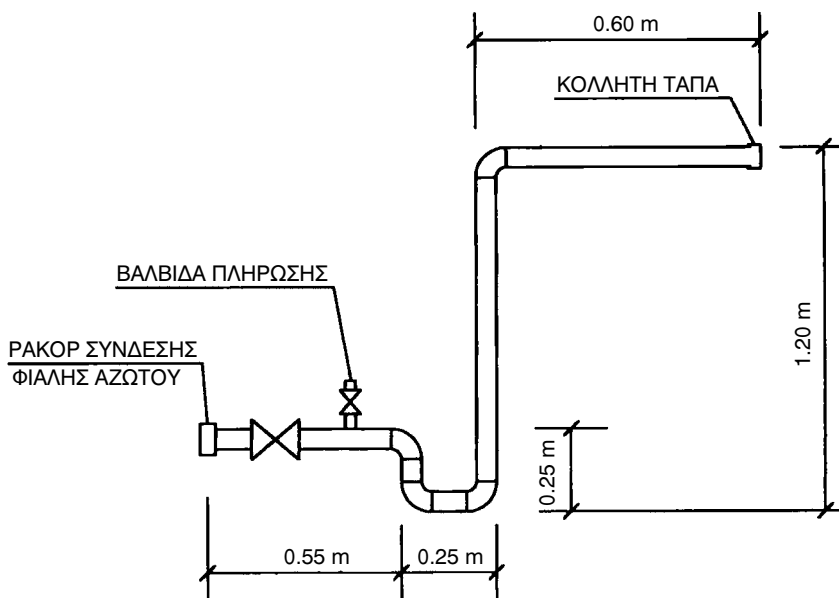
- Συσκευή ασημοκόλλησης
- Σετ μανομέτρων
- Κόφτης χαλκοσωλήνα
- Ξύστρα καθαρισμού των άκρων του σωλήνα
- Μέτρο
- Φιάλη αζώτου
- Φιάλη FREON
- Πινέλο
- Δοχείο μικρό για σαπουνάδα
- Ηλεκτρονικό όργανο ελέγχου διαρροών
- Μαρκαδόρος
- Αντλία κενού

#### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά.
- Μικρός φορητός πυροσβεστήρας.
- Τήρηση των μέτρων και κανόνων ασφαλείας κατά τη συγκόλληση.

#### **6. Κατασκευαστικό σχέδιο**

Θα κατασκευαστεί το παρακάτω μικρό δίκτυο σωλήνων. Πρέπει να τηρηθούν οι διαστάσεις που αναφέρονται στο σχέδιο.



**Εικόνα 12-1:** Κατασκευαστικό Σχέδιο απλού δικτύου σωληνώσεων

### 7. Πορεία εργασίας

1. Μελετήστε το κατασκευαστικό σχέδιο και αναγνωρίστε τα υλικά (σωλήνες, εξαρτήματα) που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.
2. Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα με τα απαιτούμενα υλικά για την κατασκευή του δικτύου.

| A/A | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ | ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ |
|-----|------------------|-----------------|-------------------|
| 1   |                  |                 |                   |
| 2   |                  |                 |                   |
| 3   |                  |                 |                   |
| 4   |                  |                 |                   |
| 5   |                  |                 |                   |
| 6   |                  |                 |                   |
| 7   |                  |                 |                   |
| 8   |                  |                 |                   |
| 9   |                  |                 |                   |
| 10  |                  |                 |                   |

**Π.Χ. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

| Α/Α | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΟΥ  | ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ |
|-----|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1   | Χαλκοσωλήνας Φ 22 | m               | 2,80              |

3. Ζητήστε από τον καθηγητή σας να σας παραδώσει τα υλικά που αναγράψατε στον παραπάνω πίνακα.

**▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**

Η διαδικασία που αναφέρεται στα βήματα 1, 2 και 3 είναι η *προμέτρηση και η προμήθεια των υλικών* για την εκτέλεση μιας εργασίας. Είναι πολύ σημαντική ενέργεια και πρέπει να γίνεται με προσοχή. Εάν δεν λογαριάσουμε σωστά τα απαιτούμενα υλικά για την εργασία που έχουμε αναλάβει, τότε ή θα μας λείψουν και θα πρέπει να διακόψουμε την εργασία, για να πάμε να αγοράσουμε ό,τι λείπει ή θα αγοράσουμε περισσότερα (που δεν χρειάζονται) και θα έχουμε κόστος χωρίς λόγο. Κατά κανόνα, όμως, είναι καλύτερα να έχουμε περίσσεια παρά έλλειψη.

4. Ετοιμάστε το χώρο εργασίας σας (καθαρισμός, τοποθέτηση υλικών και εργαλείων σε κατάλληλες θέσεις).
5. Μετρήστε και κόψτε το χαλκοσωλήνα στα απαιτούμενα μήκη για την κατασκευή του δικτύου. Προσέξτε να υπολογίσετε το βάθος διείσδυσης στα εξαρτήματα (για σωλήνα Φ22 το βάθος διείσδυσης είναι 11mm).
6. Κατασκευάστε το δίκτυο σωλήνων, σύμφωνα με το σχέδιο, τηρώντας τις διαστάσεις που αναφέρονται σε αυτό.

**ΥΠΟΔΕΙΞΗ**

*Τοποθετήστε πρώτα τα διάφορα τμήματα του δικτύου (σωλήνες, εξαρτήματα) χωρίς συγκόλληση και ελέγξτε τις διαστάσεις.*

7. Καθαρίστε το δίκτυο εξωτερικά από τα υπολείμματα συγκολλήσεων. Ρωτήστε τον καθηγητή σας αν είναι ικανοποιημένος από το δίκτυο που κατασκευάσατε. Κάντε τις απαιτούμενες διορθώσεις.
8. Συνδέστε τη φιάλη αζώτου στο άκρο του δικτύου, στο ρακόρ.
9. Ανοίγοντας αργά-αργά τη βαλβίδα της φιάλης φυσήξτε το δίκτυο για περίπου 1 min.

**ΠΡΟΣΟΧΗ**

Από το ανοικτό άκρο του δικτύου μπορεί να πεταχτούν κομμάτια κόλλησης ή άλλα σκουπίδια. Φροντίστε το άκρο αυτό να μην είναι σε θέση που μπορεί να προκληθεί ζημιά. Συμβουλευτείτε τον καθηγητή σας.

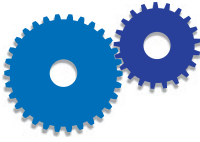
10. Μετά το φύσηγμα ταπώστε το ανοικτό άκρο του δικτύου χρησιμοποιώντας τη συγκολλητή τάπα που αναφέρεται στο σχέδιο.
11. Συνδέστε το μανόμετρο υψηλής πίεσης στη βαλβίδα πλήρωσης.
12. Ανοίξτε τη φιάλη αζώτου αργά - αργά παρακολουθώντας την πίεση στο δίκτυο. Κλείστε τη φιάλη, όταν η πίεση φθάσει στα 15 bar.
13. Κάντε προκαταρκτικό έλεγχο στο δίκτυο με την ακοή, για εντοπισμό τυχόν διαρροής. Εφόσον δεν υπάρχει διαρροή που να “ακούγεται”, προχωρήστε στο επόμενο βήμα. Διαφορετικά, πρέπει να βρείτε το σημείο διαρροής και να το σημειώσετε πάνω στο δίκτυο με το μαρκαδόρο. Ανοίξτε τη βαλβίδα πλήρωσης, για να φύγει το άζωτο και να πέσει η πίεση. Αποκαταστήστε τη διαρροή με συγκόλληση. Επαναλάβετε τα βήματα 11, 12 και 13. Καθαρίστε το σημείο που σημειώσατε τη διαρροή (να φύγει το μαρκάρισμα).
14. Εφόσον δεν υπάρχει σημαντική διαρροή στο δίκτυο, προχωρήστε στον έλεγχο με σαπουνάδα. Φτιάξτε αραιή σαπουνάδα με το απορρυπαντικό και αλείψτε όλες τις συγκολλήσεις με το πινέλο. Αν παρουσιαστούν φυσαλίδες, σημειώστε τα σημεία με το μαρκαδόρο. Αποκαταστήστε τις τυχόν διαρροές με τις οδηγίες του βήματος 13. Όταν αποκαταθούν οι τυχόν διαρροές, καθαρίστε τα σημεία που μαρκάρατε.
15. Ανοίξτε τη βαλβίδα πλήρωσης, για να φύγει το άζωτο. Αποσυνδέστε τη φιάλη (προσέξτε να είναι κλειστή η βαλβίδα της). Κλείστε τη βαλβίδα αζώτου του δικτύου.
16. Χρησιμοποιώντας τη γνωστή από άλλη άσκηση διαδικασία, κάντε πλήρωση του δικτύου με αέριο FREON.  
Δημιουργήστε κενό με την αντλία κενού. Για την παρούσα άσκηση δεν υπάρχει λόγος υψηλού κενού.  
Κάντε πλήρωση του δικτύου με αέριο FREON μέχρι πίεση 10 έως 12 bar.  
Κλείστε τη βαλβίδα πλήρωσης.
17. Κάντε έλεγχο διαρροών με το ειδικό όργανο, ελέγχοντας λεπτομερώς

όλες τις συγκολλήσεις και τα πιθανά “ύποπτα” σημεία. Συμβουλευτείτε τον καθηγητή σας. Σημειώστε με το μαρκαδόρο τα σημεία διαρροών.

18. Εφόσον υπάρχουν διαρροές, πρέπει να αδειάσει το δίκτυο και να αποκατασταθούν. Για την παρούσα άσκηση το FREON που υπάρχει στο δίκτυο είναι πολύ λίγο και μπορούμε να το ελευθερώσουμε στην ατμόσφαιρα.
19. Αποκαταστήστε τις διαρροές με συγκόλληση. Επαναλάβετε τα βήματα 16, 17 και 18.

### **8. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Ποιος ο σκοπός της προμέτρησης των υλικών πριν από την έναρξη μιας κατασκευαστικής εργασίας;
2. Πρέπει να αγοράζουμε περισσότερα υλικά από αυτά που μετράμε στο σχέδιο; Πόσο περισσότερα και για ποιο λόγο;
3. Γιατί χρησιμοποιούμε αέριο άζωτο στον προκαταρτικό έλεγχο του δικτύου;
4. Εκτός από την απώλεια ψυκτικού υγρού ποιες άλλες συνέπειες έχει μια διαρροή στο δίκτυο;



## ΑΣΚΗΣΗ 13η

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ ΓΙΑ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΕΝΗ ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τη χρήση του ωμομέτρου ή του πολυμέτρου για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα ενός συμπιεστή, ως προς την ύπαρξη βραχυκυκλωμένης περιέλιξης.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Οι ηλεκτροκινητήρες είναι τα ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται σε όλες τις ψυκτικές εγκαταστάσεις.

Χρησιμοποιούνται, ειδικότερα, για την κίνηση:

- Των συμπιεστών
- Των ανεμιστήρων
- Των αντλιών
- Των σερβοκινητήρων (κινητήρες αυτομάτου ελέγχου)

Κατά το πλείστον, οι ηλεκτροκινητήρες είναι εναλλασσόμενου ρεύματος (Alternated Current - A.C.).

Επίσης, μπορεί να είναι:

- Μονοφασικοί, 230 V / 50 Hz
- Τριφασικοί, 400 V / 50 Hz

### **I. ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ**

Για την κίνηση των συμπιεστών χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι μονοφασικών επαγωγικών ηλεκτροκινητήρων:

1. Μονοφασικοί επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες με κύρια και βοηθητική περιέλιξη.
2. Μονοφασικοί επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες με βοηθητική περιέλιξη μεγάλης ωμικής αντίστασης και εκκινήτη (ρελέ) τύπου έντασης.
3. Μονοφασικοί επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες με κύρια και βοηθητική περιέλιξη και με πυκνωτή εκκίνησης (capacitor start - induction run).



4. Μονοφασικοί επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες με κύρια και βοηθητική περιέλιξη και με πυκνωτές εκκίνησης και λειτουργίας.
5. Μονοφασικοί επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες με μόνιμο πυκνωτή στην περιέλιξη εκκίνησης (permanent slip capacitor - psc).
6. Κινητήρες τύπου σκιασμένου πόλου.

## II. ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

### 1) Γενικά

Διακρίνονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

1. Στους **ασύγχρονους**, στους οποίους τροφοδοτείται με εναλλασσόμενο ρεύμα τόσο το τύλιγμα του στάτη όσο και το τύλιγμα του δρομέα.
2. Στους **σύγχρονους**, στους οποίους τροφοδοτείται (συνήθως) με συνεχές ρεύμα το τύλιγμα του δρομέα και με εναλλασσόμενο ρεύμα το τύλιγμα του στάτη.

### 2) Συνδεσμολογίες τυλιγμάτων

Όπως είναι γνωστό, το δίκτυο της ΔΕΗ είναι τριφασικό 230 / 400 V, δηλαδή για τις 3 φάσεις R, S, T και τον ουδέτερο N ισχύει:

1. Φασική τάση (R-N, S-N, T-N) = 230 V
2. Πολική τάση (R-S, S-T, T-R) = 400 V

Για τους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα 1 ταχύτητας, έχουμε τις εξής συνδεσμολογίες, για τη σύνδεση στο δίκτυο της ΔΕΗ:

| Τριφασικός κινητήρας που η πινακίδα του αναγράφει σαν τάσεις λειτουργίας, σε V | Μπορεί να συνδεθεί σε τριφασικό δίκτυο τάσεων, σε V |                          | Εάν συνδεθεί κατά |
|--|---|--------------------------|-------------------|
|  | Απευθείας σύνδεση                                   | Σύνδεση μέσω διακόπτη ΥΔ |                   |
| 230 Δ / 400 Υ  | 230 / 400 (ΔΕΗ)                                     | -                        | 400 Υ             |
| 400 Υ  | 230 / 400 Υ (ΔΕΗ)                                   | 230 / 400 (ΔΕΗ)          | 400 Δ             |

### 3) Τρόποι εκκίνησης

1. Απευθείας (DOL - Direct on Line)
2. Εκκίνηση Αστέρα / Τριγώνου
3. Εκκίνηση μερικού τυλιγματος (Part winding start)
4. Εκκίνηση μέσω Αυτομετασχηματιστή

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

Όταν ο τεχνίτης ψυκτικός υποπτεύεται βραχυκυκλωμένη περιέλιξη ηλεκτροκινητήρα, πρέπει να γνωρίζει και να ακολουθεί τις κατάλληλες εκείνες διαδικασίες για τη διαπίστωση της υποψίας του, οπότε και θα συστήσει αντικατάσταση του ελαττωματικού ηλεκτροκινητήρα.

Βεβαίως, πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι ο καινούριος κινητήρας που θα αντικαταστήσει τον παλιό ελαττωματικό πρέπει να έχει τα ίδια ακριβώς τεχνικά χαρακτηριστικά (τάση λειτουργίας, τρόπο σύνδεσης, ισχύ, απαιτούμενο μέγεθος πυκνωτή λειτουργίας ή πυκνωτή εκκίνησης, αριθμό στροφών κ.λπ.).

### **3. Απαιτούμενα υλικά**

Δεν απαιτούνται.

### **4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές**

- Ένας (1) μονοφασικός ηλεκτροκινητήρας
- Ένα (1) πολύμετρο ή ένα (1) ωμόμετρο

### **5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας**

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

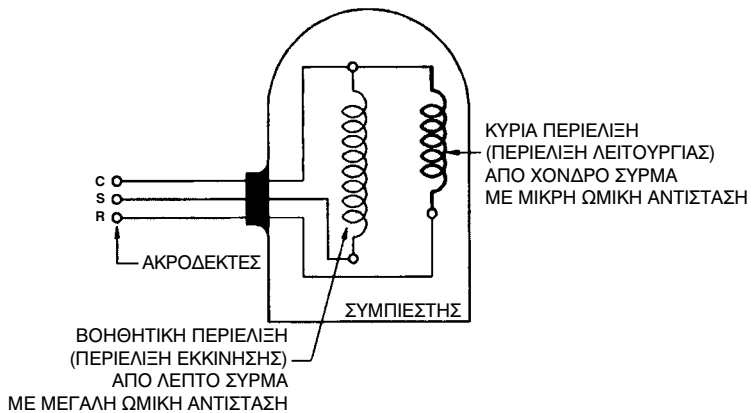
### **6. Πορεία εργασίας**

1. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας έχει αποσυνδεθεί από την ηλεκτρική παροχή του.
2. Ανοίξτε το κάλυμμα του τερματικού ηλεκτρικού κουτιού σύνδεσης του κινητήρα.
3. Εκφορτίστε όλους τους πυκνωτές του κυκλώματος του κινητήρα.
4. Αφαιρέστε τα καλώδια των ακροδεκτών των περιελίξεων του κινητήρα.

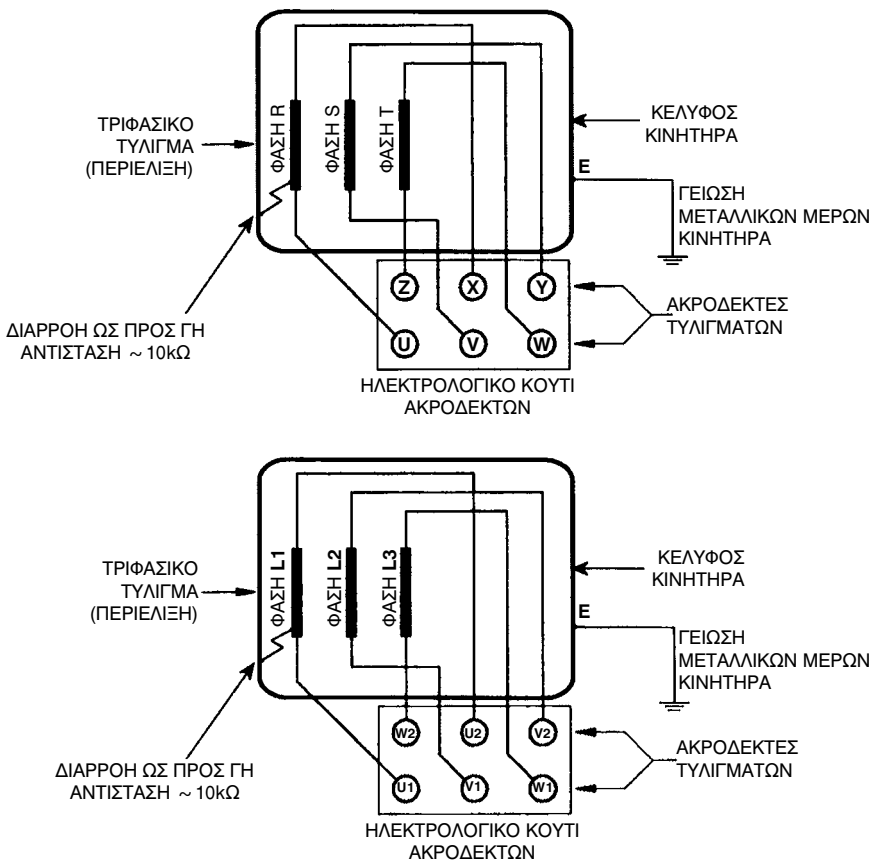
### **▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**

Πρέπει να τονισθεί ότι η μέτρηση της ωμικής αντίστασης πρέπει να γίνεται στα καλώδια της περιέλιξης του ηλεκτροκινητήρα.

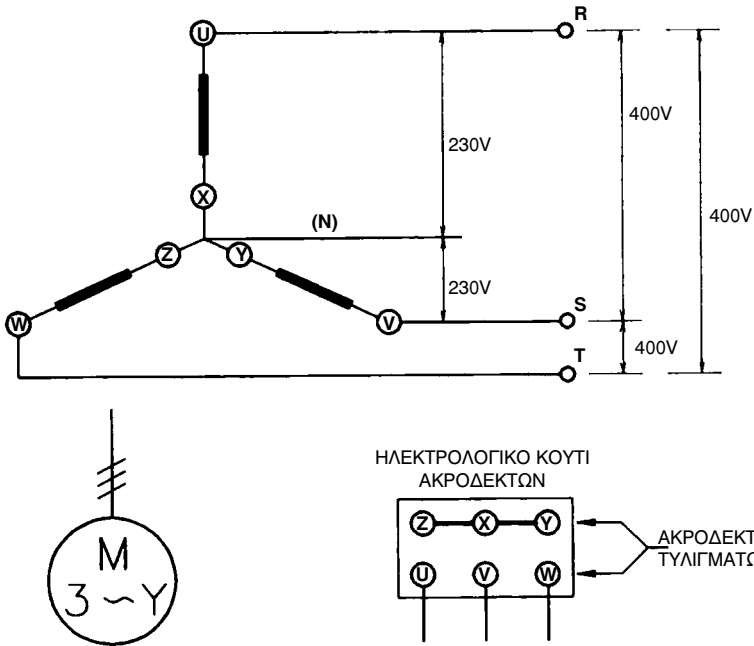
5. Ρυθμίστε το πολύμετρο ή το ωμόμετρο στην κλίμακα 1.



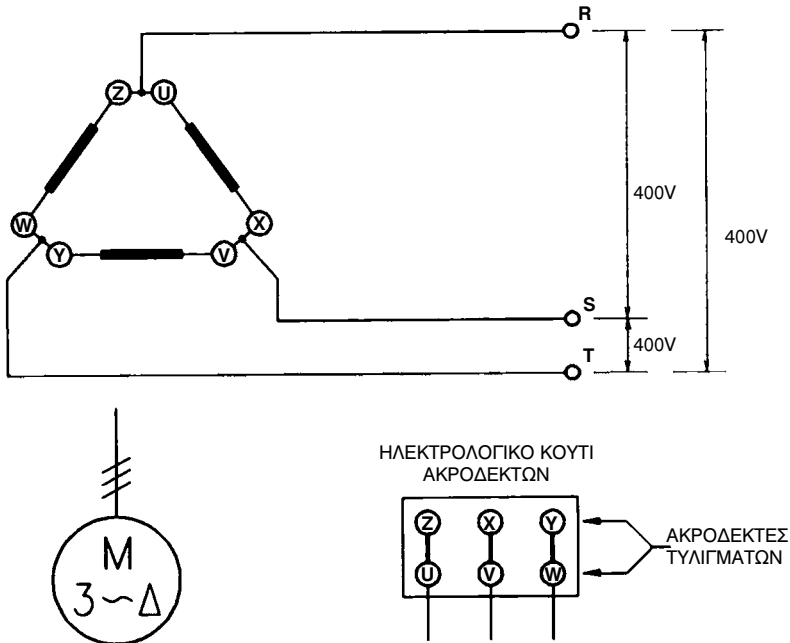
**Εικόνα 13-1:** Ηλεκτρική συνδεσμολογία τυλιγμάτων (περιελίξεων) στάτου σε μονοφασικό κινητήρα



**Εικόνα 13-2:** Σχηματικό διάγραμμα των τυλιγμάτων ενός τριφασικού ηλεκτροκινητήρα (Παλιά & Νέα Σήμανση)



**Εικόνα 13-3:** Συνδεσμολογία 3-φασικού ηλεκτροκινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα κατά Υ (αστέρα)



**Εικόνα 13-4:** Συνδεσμολογία 3-φασικού ηλεκτροκινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα κατά Δ (τρίγωνο)

### 6. Μονοφασικός κινητήρας

Αναφερόμενοι στην Εικόνα 13-1 μετρήστε την αντίσταση στους ακροδέκτες: C - S και C - R.

Συγκρίνετέ τις με εκείνες που δίδει ο κατασκευαστής του ηλεκτροκινητήρα.

Εάν η μετρούμενη αντίσταση είναι πολύ μικρότερη από εκείνη που δίδει ο κατασκευαστής, τότε η αντίσταση περιέλιξης είναι βραχυκυκλωμένη.

### 7. Τριφασικός κινητήρας

Αναφερόμενοι στην Εικόνα 13-2 μετρήστε την αντίσταση στους ακροδέκτες: X - Y      Y-V      Z-W

8. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.

9. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

### 7. Τεχνικές επισημάνσεις

Όπως είναι ήδη γνωστό, για τους κινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα 1 ταχύτητας έχουμε διάφορες συνδεσμολογίες, για τη σύνδεση στο δίκτυο της ΔΕΗ:

| Τριφασικός κινητήρας που η πινακίδα του αναγράφει σαν τάσεις λειτουργίας, σε V | Μπορεί να συνδεθεί σε τριφασικό δίκτυο τάσεων, σε V |                          | Εάν συνδεθεί κατά |
|--|---|--------------------------|-------------------|
|  | Απευθείας σύνδεση                                   | Σύνδεση μέσω διακόπτη ΥΔ |                   |
| 230 Δ / 400 Υ  | 230 / 400 (ΔΕΗ)                                     | -                        | 400 Υ             |
| 400 Δ  | 230 / 400 Υ (ΔΕΗ)                                   | 230 / 400 (ΔΕΗ)          | 400 Δ             |
| 400 Δ / 690 Υ  | 400 (ΔΕΗ)   | 400 Υ (ΔΕΗ) / 690        | 400 Δ             |



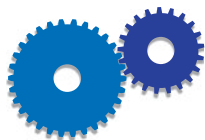
### ΠΡΟΣΟΧΗ

Όταν η πινακίδα του ηλεκτροκινητήρα αναγράφει 2 τάσεις (για σύνδεση σε αστέρα και τρίγωνο), σημαίνει ότι υπάρχουν 3 ζεύγη ακροδεκτών σύνδεσης, δηλαδή ένα ζεύγος για κάθε τύλιγμα, οπότε και μπορεί να εφαρμοσθεί εκκίνηση Υ/Δ.

Αντίστοιχα, όταν η πινακίδα του ηλεκτροκινητήρα αναγράφει 1 τάση για ένα μόνο τύπο σύνδεσης, πιθανόν να μην υπάρχει δυνατότητα για εκκίνηση Υ/Δ, δηλαδή να υπάρχουν μόνο τρεις (3) ακροδέκτες σύνδεσης.

### **8. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Όταν λέμε “κινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα”, ποιο κατασκευαστικό χαρακτηριστικό του κινητήρα εννοούμε;
2. Τι είδους ένδειξη πρέπει να έχετε στο πολύμετρο ή το ωμόμετρό σας, ώστε να καταλάβετε ότι ο κινητήρας έχει βραχυκυκλωμένη περιέλιξη;
3. Ένας κινητήρας έχει βραχυκυκλωμένη περιέλιξη. Μπορεί να λειτουργήσει;



## ΑΣΚΗΣΗ 14η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΟΣ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ  
ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΗ ΕΝΟΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ (ΠΕΡΙΕΛΙΞΗΣ)

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τη χρήση του ωμομέτρου ή του πολυμέτρου για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα ενός μονοφασικού συμπιεστή, για διαρροή ενός τυλίγματος (περιέλιξης).

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Αναφερθείτε στις Εισαγωγικές Πληροφορίες της 13ης Άσκησης.

### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.

### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές

- Ένας (1) μονοφασικός ηλεκτροκινητήρας
- Ένα (1) πολύμετρο ή ένα (1) ωμόμετρο

### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

### 6. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας έχει αποσυνδεθεί από την ηλεκτρική παροχή του.
2. Ανοίξτε το κάλυμμα του τερματικού ηλεκτρικού κουτιού σύνδεσης του κινητήρα.
3. Εκφορτίστε όλους τους πυκνωτές του κυκλώματος του κινητήρα.
4. Αφαιρέστε τα καλώδια των ακροδεκτών των περιελίξεων του κινητήρα.

### ▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Πρέπει να τονισθεί ότι η μέτρηση της ωμικής αντίστασης πρέπει να γίνεται στα καλώδια της περιέλιξης του ηλεκτροκινητήρα.

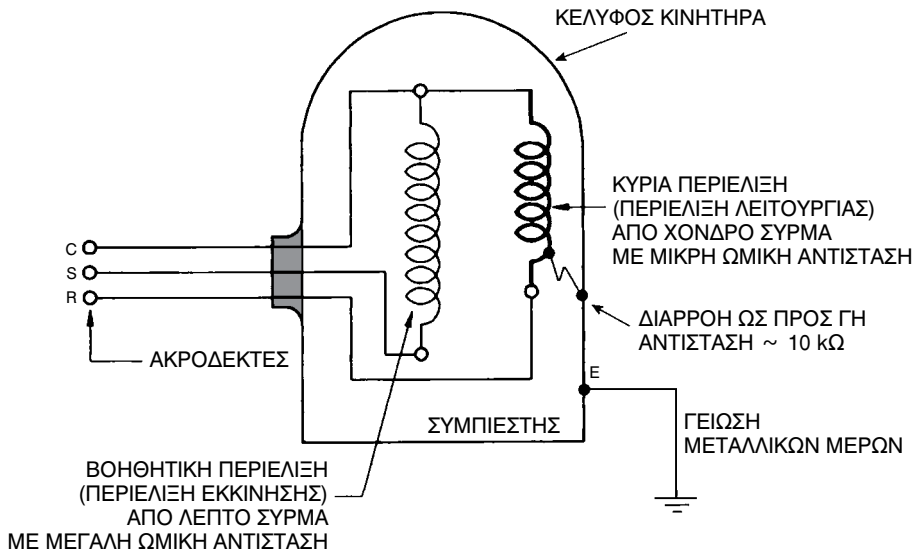
5. Ρυθμίστε το πολύμετρο ή το ωμόμετρο στην κλίμακα 1.
6. Συνδέστε το “κροκοδειλάκι” του ενός καλωδίου του πολύμετρου/ωμόμετρου πάνω στο μεταλλικό πλαίσιο του κινητήρα και βεβαιωθείτε ότι η επαφή είναι καλή.

### ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Επειδή η βαφή αποτελεί αντίσταση στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος, μπορεί να απαιτηθεί να “ξυθεί” στρώμα βαφής, ώστε η επαφή να είναι “καλή”.

Καθόλη τη διάρκεια αυτής της πρακτικής άσκησης αυτό το καλώδιο παραμένει στη θέση του.

7. Συνδέστε το “κροκοδειλάκι” του άλλου καλωδίου μέτρησης του πολυμέτρου/ωμομέτρου στον ακροδέκτη της περιέλιξης R.



**Εικόνα 14-1:** Ηλεκτρική συνδεσμολογία τυλιγμάτων (περιελίξεων) στάτου σε μονοφασικό κινητήρα, με διαρροή ως προς γη



Καταγράψτε την ένδειξή του:

$$R_{RE} = \dots\dots\dots \text{ k}\Omega$$

### 8. Έλεγχος

Εάν  $R_{RE} = \approx 10 \text{ K}\Omega$ , τότε υπάρχει διαρροή ως προς γη της περιέλιξης S.

Εάν  $R_{RE} = \infty$  (άπειρη αντίσταση), τότε δεν υπάρχει διαρροή ως προς γη.

9. Συνδέστε τώρα το “κροκοδειλάκι” του άλλου καλωδίου μέτρησης του πολυμέτρου/ωμομέτρου στον ακροδέκτη της περιέλιξης S.

Καταγράψτε την ένδειξή του.

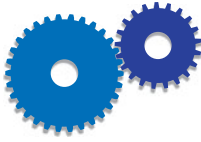
Εάν  $R_{SE} = \infty$  (άπειρη αντίσταση), τότε δεν υπάρχει διαρροή ως προς γη.

10. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.

11. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

### 7. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Τι είδους ένδειξη στο πολύμετρο/ωμόμετρό σας πρέπει να έχετε, ώστε ο μονοφασικός κινητήρας που ελέγχετε να είναι εντάξει;
2. Τι εννοούμε λέγοντας “βραχυκυκλωμένη ως προς γη” περιέλιξη;
3. Μπορεί να λειτουργήσει ένας μονοφασικός κινητήρας με τη περιέλιξή του βραχυκυκλωμένη ως προς γη;



## ΑΣΚΗΣΗ 15η

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΟΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΔΙΑΡΡΟΗ  
ΕΝΟΣ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ (ΠΕΡΙΕΛΙΞΗΣ)

### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τη χρήση του ωμομέτρου ή του πολυμέτρου για τον έλεγχο του ηλεκτροκινητήρα ενός τριφασικού συμπιεστή, για διαρροή ενός τυλίγματος (περιέλιξης).

### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Αναφερθείτε στις Εισαγωγικές Πληροφορίες της 13ης Άσκησης.

### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.

### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές

- Ένας (1) τριφασικός ηλεκτροκινητήρας
- Ένα (1) πολύμετρο ή ένα (1) ωμόμετρο

### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

### 6. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας έχει αποσυνδεθεί από την ηλεκτρική παροχή του.
2. Ανοίξτε το κάλυμμα του τερματικού ηλεκτρικού κουτιού σύνδεσης του κινητήρα.
3. Εκφορτίστε όλους τους πυκνωτές του κυκλώματος του κινητήρα.
4. Αφαιρέστε τα καλώδια των ακροδεκτών των περιελίξεων του κινητήρα.

### ▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Πρέπει να τονισθεί ότι η μέτρηση της ωμικής αντίστασης πρέπει να γίνεται στα καλώδια της περιέλιξης του ηλεκτροκινητήρα.

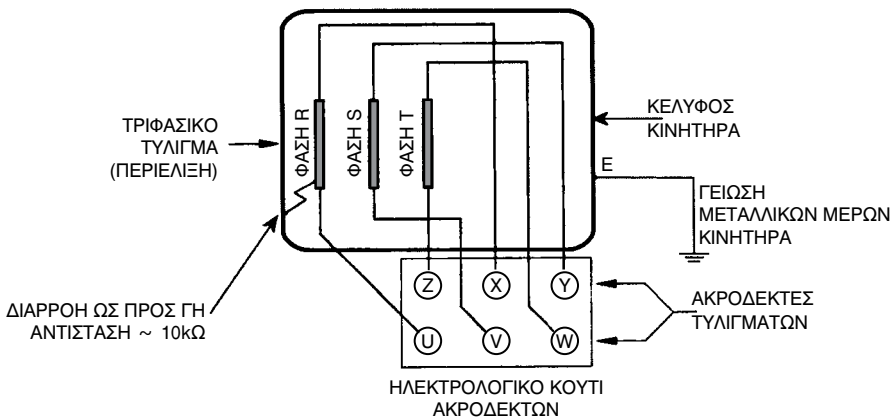
5. Ρυθμίστε το πολύμετρο ή το ωμόμετρο στην κλίμακα 1.
6. Συνδέστε το “κροκοδειλάκι” του ενός καλωδίου του πολύμετρου/ωμόμετρου πάνω στο μεταλλικό πλαίσιο του κινητήρα και βεβαιωθείτε ότι η επαφή είναι καλή.

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Επειδή η βαφή αποτελεί αντίσταση στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος, μπορεί να απαιτηθεί να “ξυθεί” στρώμα βαφής, ώστε η επαφή να είναι “καλή”.

Καθ’ όλη τη διάρκεια αυτής της πρακτικής άσκησης αυτό το καλώδιο παραμένει στη θέση του.

7. Συνδέστε το “κροκοδειλάκι” του άλλου καλωδίου μέτρησης του πολυμέτρου/ωμομέτρου στον ακροδέκτη της περιέλιξης R, έστω U.



**Εικόνα 15-1:** Σχηματικό διάγραμμα των τυλιγμάτων ενός τριφασικού ηλεκτροκινητήρα, με διαρροή ως προς γη, της περιέλιξης R

Καταγράψτε την ένδειξή του:

$$R_{UE} = \dots\dots \text{ k}\Omega$$

**8. Έλεγχος**

Εάν  $R_{UE} = \approx 10 \text{ k}\Omega$ , τότε υπάρχει διαρροή ως προς γη της περιέλιξης R.

Εάν  $R_{UE} = \infty$  (άπειρη αντίσταση), τότε δεν υπάρχει διαρροή ως προς γη.

9. Συνδέστε τώρα το “κροκοδειλάκι” στον άλλο ακροδέκτη της περιέλιξης R, τον X. Καταγράψτε την ένδειξή του:

$$R_{XE} = \dots\dots \text{ k}\Omega$$

**10. Έλεγχος**

Εάν  $R_{XE} = \approx 10 \text{ k}\Omega$ , τότε υπάρχει διαρροή ως προς γη της περιέλιξης R.

Εάν  $R_{XE} = \infty$  (άπειρη αντίσταση), τότε δεν υπάρχει διαρροή ως προς γη.

11. Επαναλάβετε κατά τον ίδιο τρόπο, με τους ακροδέκτες της περιέλιξης S, που ονομάζονται V και Y.

Καταγράψτε τις ενδείξεις  $R_{VE}$  και  $R_{YE}$ , και αποφασίστε από τις μετρούμενες τιμές εάν υπάρχει διαρροή ως προς γη ή όχι, σύμφωνα με τους ανωτέρω ελέγχους.

12. Συνεχίστε, κατά τον ίδιο τρόπο, με τους ακροδέκτες της περιέλιξης T, που ονομάζονται Z και W.

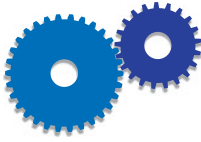
Καταγράψτε τις ενδείξεις  $R_{ZE}$  και  $R_{WE}$ , και αποφασίστε από τις μετρούμενες τιμές εάν υπάρχει διαρροή ως προς γη ή όχι, σύμφωνα με τους ανωτέρω ελέγχους.

13. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.

14. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

**7. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)**

1. Τι είδους ένδειξη στο πολύμετρο/ωμόμετρό σας πρέπει να έχετε, ώστε ο τριφασικός κινητήρας που ελέγχετε να είναι εντάξει;
2. Πότε ένας τριφασικός κινητήρας λειτουργεί μονοφασικά;
3. Ποια είναι τα συμπτώματα που σας δείχνουν ότι μία περιέλιξη ενός τριφασικού κινητήρα είναι ανοικτή (κομμένη);



## ΑΣΚΗΣΗ 16n

### ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

#### 1. Στόχοι της άσκησης

Οι μαθητές να μάθουν τη χρήση του ωμομέτρου ή του πολυμέτρου για τον έλεγχο ενός μονοφασικού ηλεκτροκινητήρα ενός συμπιεστή, προς καθορισμό των περιελίξεων λειτουργίας και εκκίνησης και των ακροδεκτών σύνδεσης.

#### 2. Εισαγωγικές πληροφορίες

Αναφερθείτε στις Εισαγωγικές Πληροφορίες της 13ης Άσκησης.

#### 3. Απαιτούμενα υλικά

Δεν απαιτούνται.

#### 4. Απαιτούμενα Εργαλεία - Μηχανήματα - Συσκευές

- Ένας (1) μονοφασικός ηλεκτροκινητήρας
- Ένα (1) πολύμετρο ή ένα (1) ωμόμετρο

#### 5. Μέτρα ασφαλείας και ατομικά μέσα προστασίας

- Προστατευτικά γυαλιά και μονωτικά γάντια.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα μέτρα προφύλαξης και προστασίας, προσωπικού και εξοπλισμού, που διαβάσατε.

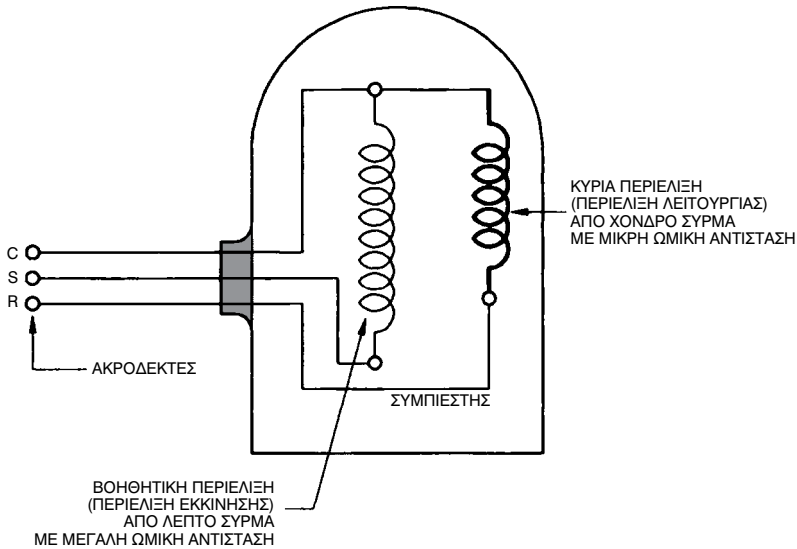
#### 6. Πορεία εργασίας

1. Βεβαιωθείτε ότι ο κινητήρας έχει αποσυνδεθεί από την ηλεκτρική παροχή του.
2. Ανοίξτε το κάλυμμα του τερματικού ηλεκτρικού κουτιού σύνδεσης του κινητήρα.
3. Εκφορτίστε όλους τους πυκνωτές του κυκλώματος του κινητήρα.
4. Αφαιρέστε τα καλώδια των ακροδεκτών των περιελίξεων του κινητήρα.

### ▲ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Πρέπει να τονισθεί ότι η μέτρηση της ωμικής αντίστασης πρέπει να γίνεται στα καλώδια της περιέλιξης του ηλεκτροκινητήρα.

5. Ρυθμίστε το πολύμετρο ή το ωμόμετρο στην κλίμακα 1.



**Εικόνα 16-1:** Ηλεκτρική συνδεσμολογία τυλιγμάτων (περιελίξεων) στάτου σε μονοφασικό κινητήρα

6. Συνδέστε το “κροκοδειλάκι” του ενός καλωδίου του πολύμετρου/ωμόμετρου πάνω στον ακροδέκτη C και το “κροκοδειλάκι” του δεύτερου καλωδίου (του πολύμετρου/ωμόμετρου) πάνω στον ακροδέκτη R. Βεβαιωθείτε ότι οι επαφές είναι καλές και σταθερές.

Μετράτε την αντίσταση  $R_{CR} = \dots\dots\dots \Omega$

7. Συνδέστε τώρα το “κροκοδειλάκι” του ενός καλωδίου του πολύμετρου/ωμόμετρου πάνω στον ακροδέκτη C και το “κροκοδειλάκι” του δεύτερου καλωδίου (του πολύμετρου/ωμόμετρου) πάνω στον ακροδέκτη S. Βεβαιωθείτε ότι οι επαφές είναι καλές και σταθερές.

Μετράτε την αντίσταση  $R_{CS} = \dots\dots\dots \Omega$

8. Συνδέστε, τέλος, το “κροκοδειλάκι” του ενός καλωδίου του πολύμετρου/ωμόμετρου πάνω στον ακροδέκτη R και το “κροκοδειλάκι” του δεύτερου καλωδίου (του πολύμετρου/ωμόμετρου) πάνω στον ακροδέκτη S. Βεβαιωθείτε ότι οι επαφές είναι καλές και σταθερές.

Μετράτε την αντίσταση  $R_{RS} = \dots\dots\dots \Omega$

9. Έστω, ότι μετρήθηκαν:

$$R_{CR} = 7 \, \Omega \text{ (Είναι η Περιέλιξη λειτουργίας)}$$

$$R_{CR} = 1,5 \, \Omega \text{ (Είναι η Περιέλιξη εκκίνησης)}$$

$$R_{CR} = 8,5 \, \Omega$$

$$\text{Παρατηρούμε ότι } R_{CS} = R_{CR} + R_{CS}.$$

Έχετε υπόψη σας ότι:

- Η **Περιέλιξη Λειτουργίας** είναι κατασκευασμένη από χοντρό σύρμα και επομένως έχει τη μικρότερη αντίσταση.
- Η **Περιέλιξη Εκκίνησης** είναι κατασκευασμένη από λεπτό σύρμα και επομένως έχει τη μεγαλύτερη αντίσταση.

### ⇒ ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Όπως είναι γνωστό, η αντίσταση  $R$  ενός σύρματος είναι ευθέως ανάλογη του μήκους του  $L$  και αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του  $S$ .

$$\text{Δηλαδή: } R = \rho \frac{L}{S}$$

όπου  $\rho$  η ειδική αγωγιμότητα του υλικού του σύρματος.

Για το χαλκό (Cu) είναι:  $\rho_{Cu} = 0,017241 \approx \frac{1}{58} \, \Omega \text{ mm}^2$ , στους  $20^\circ\text{C}$ .

10. Συζητήστε την άσκηση με τον καθηγητή σας.
11. Αποσυνδέστε τον εξοπλισμό που έχετε χρησιμοποιήσει, καθαρίστε την περιοχή της άσκησης, μαζέψτε τα εργαλεία και τις συσκευές ελέγχου και επιστρέψτε τα στη θέση φύλαξής τους.

### 7. Αξιολόγηση (Ερωτήσεις)

1. Είναι δυνατό σε ένα μονοφασικό κινητήρα όλες οι τιμές αντίστασης  $R_{CR}$ ,  $R_{CR}$  και  $R_{RS}$  να είναι ίδιες;  
Σε ποιες εξαιρετικές περιπτώσεις θα μπορούσε να συμβεί κάτι τέτοιο;
2. Τι σημαίνει η έκφραση “μπλοκαρισμένος” ρότορας σε έναν κινητήρα;
3. Μετρώντας τις περιελίξεις ενός μονοφασικού κινητήρα, τις βρίσκουμε σε σωστή κατάσταση. Δίνουμε το σωστό ρεύμα στον κινητήρα, αλλά αυτός δεν εκκινεί. Τι μπορεί να φταίει;





Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.*

